

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

Харківський державний університет харчування та торгівлі

НУТРИЦІОЛОГІЯ

Опорний конспект лекцій

для студентів спеціальності 181 «Харчові технології»

(освітньо-кваліфікаційна програма «Дієтологія та харчова безпека»)

Харків
ХДУХТ
2018

Опорний конспект. Нутриціологія [Електронний ресурс] / укладачі Л. Ф. Павлоцька, О. Ф. Аксьонова. – Електрон. дані – Х. : ХДУХТ, 2018. – 1 електрон. опт. диск (CD-ROM); 12 см. – Назва з тит. екрана.

Укладачі: Л. Ф. Павлоцька, О. Ф. Аксьонова.

Рецензент: д.т.н., проф. Євлаш В.В.

Кафедра хімії, мікробіології та гігієни харчування

Схвалено методичною комісією вищого навчального закладу за спеціальністю 181 «Харчові технології»

Протокол від «06» червня 2018 року № 6

Схвалено вченою радою ХДУХТ

Протокол від «06» липня 2018 року № 14

Схвалено редакційно-видавничою радою ХДУХТ

Протокол від «04» липня 2018 року № 8

© Павлоцька Л.Ф.,
Аксьонова О.Ф., 2018

© Харківський державний
університет харчування та
торгівлі, 2018

ЗМІСТ

ТЕМА 1 Предмет курсу «Нутриціологія». Роль харчування в забезпеченні процесів життєдіяльності	4
1.1 Стан харчування в сучасних умовах життєдіяльності людини	6
1.2 Функції їжі в організмі людини	8
ТЕМА 2 Біохімічні основи нутриціології. Фізіологія травлення людини. Вплив різних факторів на процеси, що відбуваються у шлунково-кишковому тракті	
2.1 Перетравлення їжі у різних відділах травної системи	13
2.2 Роль харчування в діяльності травної системи	21
ТЕМА 3 Теоретичні основи харчування. Традиційне та нетрадиційне харчування	27
ТЕМА 4 Функціональні інгредієнти харчових продуктів	43
4.1 Білки та амінокислоти. Їх значення в організмі людини	46
4.1.1 Класифікація та характеристика харчових білків	48
4.1.2 Амінокислоти та їх значення в життєдіяльності організму	52
4.1.3 Показники біологічної цінності білків	56
4.1.4 Рекомендовані середні норми білків у добовому раціоні	61
4.2 Ліпіди та їх значення в організмі людини	66
4.2.1 Класифікація та характеристика ліпідів і жирних кислот	67
4.2.2 Функціональні інгредієнти жирів	68
4.2.3 Показники якості харчових ліпідів	72
4.2.4 Рекомендовані середні норми ліпідів у добовому раціоні	75
4.3 Вуглеводи та їх значення у харчуванні людини	78
4.3.1 Рекомендовані середні норми вуглеводів в добовому раціоні	80
4.4 Мінеральні речовини та їх значення у харчуванні людини	82
4.4.1 Макроелементи	83
4.4.2 Мікроелементи	85
4.5 Вітаміни та їх значення у харчуванні людини	91
4.5.1 Класифікація вітамінів	93
4.5.2 Водорозчинні вітаміни	94
4.5.3 Жиророзчинні вітаміни	99
4.5.4 Вітаміноподібні речовини	101
4.5.5 Рекомендовані середні норми вітамінів у добовому раціоні	105
4.6 Інгредієнтний склад функціональних продуктів	109
4.6.1 Біологічно активні добавки – фізіологічно функціональні харчові інгредієнти	109
4.6.2 Пробіотики, їх роль в організмі людини та функціональних продуктах	112
4.6.3 Пребіотики та синбіотики у виробництві продуктів функціонального призначення	113
ТЕМА 5. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ОБМІН ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ	116
ТЕМА 6. ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНІ ПРОДУКТИ	124
6.1 Класифікація генетично модифікованих продуктів	124
Список літератури	131

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Нутриціологія : навч. посібник / Н. В. Дуденко [та ін.]; під заг ред. Н.В. Дуденко. – Х.: Світ книг, 2013. – 560 с.
2. Фізіологічні аспекти оцінки якості продуктів [Електронний ресурс] : навч. посібник / Л. Ф. Павлоцька [та ін.]. – Електронні дані. – Х. : ХДУХТ, 2017. – 320 с.
3. Фізіолого-гігієнічні аспекти оцінки якості продуктів : підручник / Л. Ф. Павлоцька та ін. – Х. : Світ Книг, 2016. – 532 с.
4. Харчова хімія : навч. посібник / В. В.Євлаш, О. І. Торяник, В. О.Коваленко [та ін.] – Х. : Світ книг, 2012. – 503 с.
5. Капрельянц Л. В. Функціональні продукти / Л. В. Капрельянц, К. Г. Юргачова. – Одеса: Друк, 2003. – 312 с.
6. Павлоцька Л.Ф. Фізіологія харчування / Л.Ф. Павлоцька, Н.В. Дуденко, Є.Я. Левігін – Суми : Університетська книга, 2016. – 473 с.
7. Основи фізіології харчування підручник / Н. В. Дуденко, Л. Ф. Павлоцька, В. С. Артеменко [та інш.] : – Х.: Торнадо, 2003. – 407 с.
8. Смоляр В. І. Фізіологія та гігієна харчування / В.І. Смоляр. – К.: Здоров'я, 2000. – 336 с.
9. Позняковський В. М. Гигиенические основы питания, качество и безопасность пищевых продуктов / В. М. Позняковський. – Новосибирск: Сиб. Ун-тет. Изд-во, 2005. – 522 с.
10. Микронутриенти в питании здорового и больного человека (справочное руководство по витаминам и минеральным веществам) / Тутельян В.А., Спиричев В.Б., Суханов Б.П., Кудашева В.А.. – М. : Колос, 2002. – 424 с.

Навчальне електронне видання
комбінованого використання
Можна використовувати в локальному та мережному режимах

НУТРИЦІОЛОГІЯ

Опорний конспект лекцій
для студентів спеціальності 181 «Харчові технології»
(спеціалізація «Дієтологія та харчова безпека»)

Укладачі:
ПАВЛОЦЬКА Лариса Федорівна
АКСЬНОВА Олена Федорівна

Відповідальна за випуск зав. кафедри хімії, мікробіології та гігієни харчування
д-р техн. наук, проф. В.В. Євлаш

План 2018 р., поз. 55 /

Підп. до друку 15. 11. 2018. Один електронний оптичний диск (CD-ROM); супровідна документація. Об'єм даних 0,1 Мб. Тираж 20 прим.

Видавець і виготівник
Харківський державний університет харчування та торгівлі
вул. Клочківська, 333, м. Харків, 61051.
Свідоцтво суб'єкта видавничої справи ДК № 4417 від 10.10.2012 р.

ТЕМА 1. ПРЕДМЕТ КУРСУ «НУТРИЦІОЛОГІЯ».

РОЛЬ ХАРЧУВАННЯ В ЗАБЕЗПЕЧЕННІ ПРОЦЕСІВ ЖИТТЄДІЯЛЬНОСТІ

Нутриціологія – одна з основоположних наук, вивчення якої необхідне для формування висококваліфікованих спеціалістів для підприємств харчування та харчових виробництв. Їжа, як і повітря, є найважливішим біологічним фактором життєзабезпечення організму людини, його росту, збереження здоров'я, високої працездатності всіх вікових груп населення, профілактики передчасного старіння, попередження виникнення та успішного лікування хвороб. У сучасних екологічних та соціальних умовах в усіх країнах світу розповсюджені хвороби, які є наслідком незбалансованого харчування. Серед них: ожиріння, цукровий діабет, атеросклероз кровоносних судин, подагра, онкологічні захворювання та ін. Вони є найбільш частою причиною передчасного старіння та смерті людей.

У профілактиці та лікуванні цих захворювань важливу роль відіграє повноцінне харчування. Певні харчові речовини знижують ризик розвитку професійних захворювань у робітників, що контактують зі шкідливими чинниками на виробництві та у побуті.

Правильно організоване, раціональне харчування знижує ризик розвитку порушень здоров'я у людей, що мешкають в екологічно несприятливих умовах.

Саме тому спеціалісти в галузі харчування повинні забезпечувати населення продукцією, що за складом відповідає потребам організму в харчових речовинах та захисних компонентах, які зумовлюють профілактику та лікування уражених органів.

Метою вивчення дисципліни «Нутриціологія» є здобуття необхідних знань та умінь для вибору та реалізації напрямів покращення виробництва продуктів харчування, забезпечення збалансованості раціонів з урахуванням

соціальних зрушень, технічного прогресу та розвитку різноманітних типів підприємств харчування.

Нутриціологія включає основні положення фізіології та біохімії харчування, мікробіології та інших наукових дисциплін, що стосуються проблем харчування.

Через їжу людина тісно контактує з навколишнім середовищем. Це проявляється в обміні речовин і енергії (метаболізм). Оптимальність цього зв'язку залежить від біологічних, екологічних (природно-історичних) і соціально-економічних чинників. У тварин задоволення потреби в їжі регулюється і забезпечується першими двома групами чинників – біологічними (голод, спрага, насичення, робота органів травлення і виділення, нервово-гуморальна регуляція тощо) та екологічними (флора і фауна у різних клімато-географічних зонах). В умовах громадського життя роль екологічних чинників у харчуванні людини мінімальна, проте велике значення мають соціально-економічні чинники. Чим вище розвинуті виробничі сили суспільства, тим більше впливають на задоволення людини в їжі соціально-економічні чинники.

Вивчення нутриціології необхідне для участі спеціалістів у галузі харчування в реалізації профілактичних та лікувальних заходів.

В сучасних умовах необхідно забезпечити населення продукцією, яка за складом відповідає потребам організму в харчових речовинах, захисних компонентах, роль яких весь час зростає.

Серед працюючих у сфері харчування поширені застарілі традиції, в результаті яких порушується збалансованість харчової та біологічної цінності раціонів.

Засвоєння курсу нутриціології важливе для вибору та реалізації напрямів перебудови виробництва продуктів харчування. Це одна з умов, яка забезпечує оптимальність складу раціонів за харчовою та біологічною цінністю та наявністю захисних компонентів, збереження їх в процесі

технологічної обробки сировини, запобігання утворення у готовій їжі токсичних сполук.

Найважливіше завдання курсу нутриціології – закріпити в свідомості студентів необхідність поєднання двох показників – фізіологічних та економічних, як то забезпечення збалансованим економічно рентабельним та безпечним харчуванням усіх груп населення.

Знання нутриціології необхідне для масової пропаганди принципів раціонального споживання харчових ресурсів.

Відомості, викладені у конспекті лекцій, необхідні для самостійної роботи студентів і можуть бути використані для складання раціонів, які відповідають потребам певної групи населення; на цій основі проводяться подальші технологічні та економічні розрахунки, які допоможуть спеціалістам створювати нові види харчової продукції, що забезпечать не тільки цінність, а й безпечність їжі.

Наведені матеріали допоможуть закріпити знання, отримані студентами за всі роки навчання, використати цей матеріал для написання та захисту курсових проектів, бакалаврської роботи, дипломного проекту.

1.1. Стан харчування в сучасних умовах життєдіяльності людини

В статуті Всесвітньої організації охорони здоров'я внесено таке визначення, як поняття здоров'я: «здоров'я» є станом повного фізичного, морального і соціального благополуччя.

Здоров'я залежить від харчування на 40-45 %, генетики людини – на 18%, охорони здоров'я – на 10%, чинників навколишнього середовища – на 8%, від дії інших факторів – на 19-24 %.

Через їжу людина вступає в найтісніший контакт з навколишнім середовищем. З цього приводу академік І.П.Павлов говорив, що суттєвим зв'язком тваринного організму з оточуючою його природою є залежність через відомі хімічні речовини, які повинні надходити до складу даного організму.

Харчування має вагомий вплив на життя та здоров'я людини, тому що забезпечує ріст та розвиток організму; бере участь у формуванні високого рівня здоров'я та зменшує рівень захворюваності та тяжкості хвороб. Воно сприяє відновленню працездатності, забезпечує репродуктивну функцію, збільшує тривалість життя та підвищує його якість. Їжа сприяє зменшенню несприятливого впливу екологічних факторів, шкідливих виробничих та побутових чинників. Харчування має питому вігу у лікуванні та профілактиці захворювань.

Неякісне та недостатнє харчування жителів багатьох країн світу викликало поширення серед дітей та дорослих різних форм ожиріння і, як наслідок, до збільшення частоти захворювань, в основі яких виявлено порушення вуглеводного та ліпідного обмінів – атеросклероз кровоносних судин та його наслідки, цукровий діабет.

У багатьох людей має місце зниження імунного статусу, різні види імунодефіциту, що призводить до погіршення стійкості до дії інфекційних та інших несприятливих факторів навколишнього середовища.

Зростає кількість захворювань, в основі виникнення яких є аліментарний дефіцит мінеральних речовин та вітамінів, у тому числі анемія, карієс.

В Україні внаслідок складних економічних умов погіршилась структура харчування населення, зокрема має місце недостатнє вживання тваринних білків, виявлений дефіцит в раціонах продуктів, що є джерелом полі- ненасичених жирних кислот родини омега-3 на фоні надмірного споживання тваринних жирів. Крім того, часто зустрічається дефіцит вітамінів, мінеральних речовин та харчових волокон. Це є наслідком вживання асортименту продуктів харчування низької якості, у тому числі забруднених контаменантами (шкідливими речовинами). Має значення також низький рівень культури населення щодо харчування внаслідок недостатньої обізнаності про харчову та біологічну цінність їжі. Все це призвело до того, що тривалість життя в Україні є найнижчою в Європі.

Для усіх розвинутих країн причинами негативних змін у харчуванні є індустріалізація сільськогосподарського виробництва, тому що вона призвела до різкого зниження харчової та біологічної цінності багатьох продуктів рослинного походження. Крім того має значення той факт, що у харчовій промисловості широкого розповсюдження набули методи рафінування, під час якого відокремлюються так звані баластні частини, що найбагатші на мінеральні речовини та вітаміни.

Скорочення рівня енерговитрат населення економічно розвинутих країн до рівня 2200-2500 ккал на добу диктує необхідність надходження набагато меншого об'єму їжі, що, в свою чергу, призводить до нестачі в раціонах вітамінів, мінеральних речовин та біологічно активних речовин.

Їжа є надзвичайно складним, багатокомпонентним фактором. Залежно від властивостей і складу, вона чинить різноманітний вплив на організм. З її допомогою можна впливати на функції і трофіку тканин, органів, систем організму в цілому у бік їх посилення або послаблення. Можливість поліпшення здоров'я завдяки правильному харчуванню являється загально визнаною і доведена на будь-якому етапі онтогенетичного циклу.

За даними вчених щодоби людина повинна обов'язково отримувати близько 600 харчових речовин, серед яких 66 – абсолютно незамінні, а щотижня людина має споживати не менше 30 різноманітних страв.

1.2. Функції їжі в організмі людини

Їжа виконує в організмі життєво важливі функції:

Пластична функція їжі забезпечується білками, ліпідами, вуглеводами, мінеральними речовинами, водою. Найбільш виражена пластична функція властива білкам, оскільки вони містяться у всіх органах і тканинах. Ліпіди також виконують пластичну роль, оскільки входять до складу клітинних мембран, сполучної тканини, головного і спинного мозку. Цю роль виконують деякі вуглеводи, наприклад, мукополісахариди, що входять до складу сполучної тканини, зв'язок, хрящів.

Пластичну функцію виконують також мінеральні речовини (Ca, P, Mg) в кістках, зубах. Залізо входить до складу гемоглобіну і міоглобіну, йод – до складу гормонів щитовидної залози, марганець необхідний для синтезу кісткової тканини, мідь – структурна частина багатьох ферментних систем.

Пластичну функцію їжі забезпечують м'ясо і м'ясопродукти, птиця, риба і рибопродукти, молоко та молочні продукти, яйця.

Біорегуляторна (каталітична) функція їжі здійснюється завдяки тому, що в ній містяться попередники біологічно активних речовин. У регуляції метаболізму беруть участь амінокислоти, вітаміни, поліненасищені жирні кислоти та ін. Так, з деяких амінокислот утворюються гормони, наприклад, із тирозина – йодвмісні гормони щитовидної залози, а також адреналін і норадреналін, що є медіаторами симпатичної нервової системи. Попередниками гормонів, зокрема інсуліну (гормон підшлункової залози), являються також деякі пептиди. Біологічно активними речовинами-регуляторами можуть бути ліпіди, зокрема гормони кори надниркових залоз, які являються похідними стеридів.

Каталітична роль їжі забезпечується і за рахунок того, що в харчових продуктах містяться вітаміни. Вони входять до складу ферментів, які виконують функцію біологічних каталізаторів в тканинах живих організмів. Наприклад, вітамін PP присутній в складі анаеробних дегідрогеназ, вітамін B₂ входить до аеробних дегідрогеназ, вітамін B₆ – складова частина ферментів, що здійснюють перенесення активних груп. Вітамін C бере участь в окиснювально-відновних процесах. Вираженими біорегуляторними властивостями володіють різні овочі, фрукти, ягоди, яйця та ін., що являється багатими джерелами вітамінів.

Пристосовно-регуляторна функція їжі. Цю роль їжа виконує за рахунок харчових волокон, води і інших компонентів, що здійснюють регуляцію діяльності функціональних систем організму, найважливішими з яких є системи харчування, виділення і терморегуляції. Так, наприклад, харчові волокна регулюють моторну функцію кишечника, беруть участь у

формуванні калових мас. Багаті ними хліб житній і пшеничний з борошна грубого помелу, висівки, крупи, картопля, овочі, фрукти.

Імунорегуляторна функція їжі – це здатність її складових впливати на імунно-компетентні клітини, від яких залежить здатність організму протистояти дії різних ушкоджувальних факторів. Ця функція їжі залежить від якості харчування, особливо його білкового і вітамінного складу, вмісту ПНЖК (сімейства омега 3,6) і мікроелементів (Fe, Cu, I₂ та ін.).

Реабілітаційна функція їжі полягає в зміні властивостей і хімічного складу раціону харчування з метою прискорення процесу одужання, запобігання рецидивів і переходу хвороби з гострої стадії в хронічну. Для цього використовуються різні групи дієтичних продуктів, а саме – продукти з низьким вмістом натрію, з модифікованим вуглеводним компонентом, із зниженим вмістом жирів і поліпшеним їх складом, із зниженою енергетичною цінністю та ін.

Енергетична функція їжі забезпечується за рахунок її компонентів, при розщеплюванні яких в тканинах організму виділяється енергія. Найбільша її кількість утворюється при розщеплюванні засвоюваних вуглеводів, ліпідів, органічних кислот, етанолу. Менше значення, як джерело енергії, мають білки. Надзвичайно важливо для збереження здоров'я дотримання відповідності між кількістю енергії, що надходить з їжею та енергією, що витрачається на різні види діяльності.

Сигнально-мотиваційна функція їжі здійснюється смаковими і екстрактивними речовинами, які регулюють харчову мотивацію, тобто підтримують її на певному рівні. До смакових речовин відносяться приправи – оцет, гірчиця, кухонна сіль, цибуля, часник, кріп, селера, петрушка, лавровий лист, кориця, кардамон. У їх склад входять різні ефірні олії, органічні кислоти, цукристі речовини, мінеральні елементи, вітаміни та інші сполуки, що наділяють їжу специфічним смаком та ароматом.

Виділяють 4 сторони біологічної дії їжі на організм і відповідно такі різновиди харчування: 1) специфічна дія, що запобігає виникненню і

розвитку синдромів недостатнього і надмірного харчування (аліментарні захворювання), – *раціональне харчування*; 2) неспецифічна дія, що перешкоджає розвитку і прогресуванню неінфекційних (неспецифічних) захворювань, – *превентивне харчування*; 3) захисна дія, що підвищує стійкість організму до несприятливих впливів виробничих чинників, – *лікувально-профілактичне харчування*; 4) фармакологічна дія, що відновлює порушені хворобою гомеостаз і діяльність функціональних систем організму, – *дієтичне (лікувальне) харчування*.

Раціональне харчування (від лат. *rationalis* – розумний) – це фізіологічне повноцінне харчування здорових людей.

Превентивне харчування – це раціональне харчування, скориговане з урахуванням чинників ризику неінфекційних захворювань. Цей вид харчування повинен враховувати наявність у кожної людини властивої йому біохімічної і фізіологічної індивідуальності. Боротьба з неінфекційними захворюваннями: атеросклерозом, ішемічною хворобою серця, гіпертонічною хворобою, цукровим діабетом, захворюваннями органів травлення тощо значною мірою залежить від своєчасної корекції раціонів харчування з урахуванням дії чинників ризику їх виникнення.

Лікувально-профілактичне харчування відрізняється від раціонального тим, що в ньому мають бути посилені функції їжі, котрі спроможні підвищити стійкість організму до дії несприятливих виробничих чинників. Його якісний склад пом'якшує дію на організм працівників шкідливих виробничих чинників: хімічних, фізичних і біологічних. У лікувально-профілактичному харчуванні використовують спеціальні раціони, молоко, кисломолочні продукти, пектин, вітамінні препарати.

Дієтичне (лікувальне) харчування є частиною лікування різних захворювань у лікувально-профілактичних закладах, а також лікувально-оздоровчих заходів у санаторно-курортних закладах. Дієтичне харчування сприяє попередженню виникнення загострень хронічних захворювань, підтриманню високої працездатності та високої якості життя. У дієтичному

(лікувальному) харчуванні широко використовують фармакологічну дію харчових речовин.

Питання для самоперевірки та контролю

1. Охарактеризуйте сучасний стан харчування людини
2. Які функції виконує їжа в організмі людини?
3. Дайте характеристику пластичній функції їжі.
4. Поясніть суть біорегуляторної функції їжі.
5. Дайте характеристику імунорегулярної функції їжі.
6. Поясніть суть енергетичної функції їжі.
7. На які групи розподіляють харчові продукти по функціональному призначенню?
8. Які різновиди харчування виділяють? Надайте їх характеристики.

ТЕМА 2. БІОХІМІЧНІ ОСНОВИ НУТРИЦІОЛОГІЇ. ФІЗІОЛОГІЯ ТРАВЛЕННЯ ЛЮДИНИ. ВПЛИВ РІЗНИХ ФАКТОРІВ НА ПРОЦЕСИ, ЩО ВІДБУВАЮТЬСЯ У ШЛУНКОВО-КИШКОВОМУ ТРАКТІ

2.1. Перетравлення їжі у різних відділах травної системи

Їжа, яка є для організму джерелом енергії та пластичних ресурсів, надходить із зовнішнього середовища у вигляді продовольчої сировини або продуктів, що піддавалися технологічній обробці. Вони містять безліч харчових речовин, в тому числі складні, а також нехарчові сполуки та сторонні домішки.

Відбір та добування з їжі необхідних для організму речовин та перетворення їх у форму, доступну для засвоєння тканинами, здійснюється травною системою. У результаті її діяльності їжа піддається травленню, тобто таким фізичним, фізико-хімічним та хімічним змінам, які призводять до утворення із високомолекулярних сполук низькомолекулярних, що всмоктуються в кров або лімфу. Ці рідини транспортують продукти гідролізу харчових речовин в усі тканини, де з них синтезуються специфічні для організму сполуки та вивільняється енергія .

Таким чином, система травлення здійснює початковий етап обміну речовин між внутрішнім та зовнішнім середовищами організму.

Травлення – процес фізичної і хімічної обробки їжі в травному каналі до стану, придатного до всмоктування і участі в обміні речовин. Цей процес здійснюється за допомогою ферментів, що виділяються великими залозами, які мають вихідні протоки (слинні, підшлункова), а також залізистими клітинами слизових оболонок порожнини рота, шлунку і кишечника.

Особливу роль в процесах травлення виконує нейрогуморальна система, діяльність якої, в свою чергу, залежить від характеру травлення.

До складу системи травлення входять травний канал, підшлункова залоза та печінка.

Травний канал (тракт) починається ротовою порожниною та закінчується отвором прямої кишки – анальним отвором (рис. 2.1).

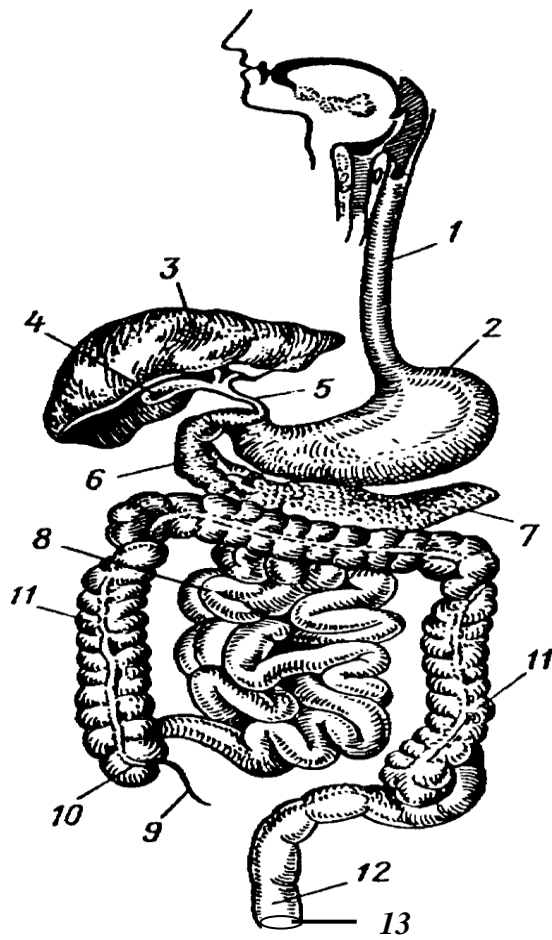


Рис. 2.1 – Органи травлення людини

1 – стравохід; 2 – шлунок; 3 – печінка; 4 – жовчний міхур; 5 – жовчна протока; 6 – дванадцятипала кишка; 7 – підшлункова залоза; 8 – тонка кишка; 9 – червоподібний відросток; 10 – сліпа кишка; 11 – товста кишка; 12 – пряма кишка; 13 – отвір прямої кишки.

сигналів та трансформація їх у еферентні імпульси до відповідних ділянок травного тракту, у яких здійснюється даний етап травлення або всмоктування харчових речовин.

У стінках травного тракту знаходяться скупчення нервових клітин, які регулюють його функції значною мірою автономно, оскільки не завжди сигнали з органів травлення доходять до вищих відділів центральної нервової системи.

Початковий відділ травного тракту – *ротова порожнина* – переходить у

Усередині травний канал вистелений слизовою оболонкою, яка утворює складки, що значно збільшує її поверхню. Слизова оболонка захищає внутрішнє середовище організму від проникнення ззовні різних речовин, мікроорганізмів, дії інших сторонніх факторів. Окремі види спеціалізованих залозистих клітин, що розташовані у слизовій оболонці, утворюють гідролітичні ферменти, соляну кислоту, слиз.

Під слизовою оболонкою знаходяться м'язові прошарки, які забезпечують рухову функцію органів травлення.

На всьому шляху проходження їжі розташовані численні чутливі сприймаючі (рецепторні) нервові утворення, які передають інформацію про якість їжі до харчового центру. В ньому відбувається детальний аналіз

глотку, з якої їжа надходить до стравоходу, що переходить у шлунок. Шлунок з'єднається з тонким кишечником, верхня частина якого називається дванадцятипалою кишкою. До неї по протоках надходять сік підшлункової залози та жовч із печінки та жовчного міхура.

У ділянках тонких кишок, що розташовані нижче дванадцятипалої кишки, закінчується перетворення харчових речовин у засвоювані сполуки, які всмоктуються у кров або лімфу. Все, що не перетравилося або не встигло всмоктатися, переходить до товстого кишечника, де підлягає глибокому розпаду під впливом ферментів мікроорганізмів з утворенням ряду токсичних речовин. У здоровому організмі ці сполуки майже не потрапляють у внутрішнє середовище, а виділяються назовні через пряму кишку.

Органами *ротової порожнини* є язик, зуби, слинні залози. Функцію цього відділу травного тракту виконують також м'язи щік.

У ротовій порожнині відбувається оцінка смаку, консистенції, температури їжі та підготовка її до травлення в наступних відділах травного тракту. Гідроліз крохмалю починається в ротовій порожнині.

Інформація, яка надійшла з рецепторів язика до харчового центру, трансформується там у сигнали, які стимулюють виділення травних соків і впливають на функції ряду органів та систем. Наприклад, при відчутті кислого прискорюється пульс, підвищується кров'яний тиск, знижується температура тіла. Солодкий смак продуктів тонізує центральну нервову систему.

Ретельне пережовування їжі обумовлює збільшення поверхні контакту травних ферментів слини з харчовими речовинами; звільнення смакових речовин та фітонцидів (рослинних антибактеріальних речовин) з великих шматків їжі; захист наступних відділів травного тракту від розтягування його стінок та подразнення великими шматками їжі; підвищення витрати енергії в організмі до 50 % залежно від характеру їжі, яку; прискорення досягнення відчуття ситості внаслідок надходження імпульсів, збуджуючих центр насичення.

У ротовій порожнині розташовані три пари великих слинних залоз: привушні, під'язикові, підщелепні, а також багато малих, які знаходяться в слизовій оболонці та підслизовому шарі. Ці залози виділяють у ротову порожнину слину, а в кров – сполуки, що впливають на обмін речовин в інших органах та тканинах.

Основним ферментом слини є α -амілаза; вона каталізує гідроліз крохмалю до мальтози, яка може далі розщеплюватися завдяки наявності в слині невеликої кількості *мальтази*. Ферменти слини активні в нейтральному та слаболужному середовищах. Функціями слини є також змочування їжі, розчинення речовин, змащування твердих часток, склеювання їх у слизьку грудку, завдяки чому поліпшується її проходження травним каналом. Слина забезпечує також можливість відкинути шкідливі домішки їжі шляхом викидання, відмивання, розбавлення, буферування.

Сформована в ротовій порожнині харчова грудка переміщується за допомогою язика та м'язів щік у глотку. З глотки їжа потрапляє до *стравоходу*. Він являє собою вузьку трубку, яка з'єднує глотку зі шлунком. У нижній частині стравохід забезпечений особливими круговими м'язами (сфінктером), їх скорочення закриває вхід до шлунка. При ковтанні ці м'язи рефлекторно розслаблюються і харчова грудка надходить до шлунка. Пересування харчової грудки стравоходом відбувається шляхом попереминого скорочення та розслаблення його м'язів (перистальтична хвиля).

Стравохід у більшій мірі, ніж попередні відділи травного тракту, зазнає впливу складу їжі, її консистенції, температури та ін. Він може пошкоджуватися під час систематичного вживання дуже гарячих їжі та пиття, таких приправ, як гірчиця, перець та ін., а також під час ковтання грубих, погано пережованих шматків.

Шлунок являє собою м'язовий мішок, розташований під діафрагмою. Порожнина шлунка може вміщувати 2 і більше кг їжі та напоїв, тобто цей орган служить для них тимчасовим депо. У слизовій оболонці кардіального відділу шлунка розташовано три види секреторних клітин: 1) головні, де виробляються

протеази у неактивній формі; 2) обкладникові, які утворюють соляну кислоту; 3) додаткові, які секретують слиз. До складу слизу входять мукопротейни, які не розщеплюються протеазами шлункового соку та які гальмують їх активність. Тому при рясному виділенні слизу м'язові стінки шлунка надійно захищені від перетравлення протеазами шлункового соку.

У шлунку відбувається гідроліз харчових білків *пепсином* (оптимум рН 1,5-2,5) та *гастроксином* (оптимум рН 3,0). Соляна кислота завдяки денатуруючій дії на білки полегшує їх гідроліз, а також викликає набрякання, що збільшує контакт із ферментами. Крім того, соляна кислота має бактерицидний ефект, сприяє усвоєнню Феруму, стимулює діяльність відділів травного тракту, що розташовані нижче, а також секрецію його стінками деяких гормонів. Отже, роль соляної кислоти різноманітна, тому порушення її секреції негативно впливають на ряд важливих процесів у організмі.

Під впливом ферментів шлункового соку з білків утворюються *пептиди різної молекулярної ваги* (альбумози та пептони), у тому числі біологічно активні. Крім того, звільняються речовини, які містяться в продуктах у зв'язаному з білками стані.

Крохмаль та мальтоза продовжують перетравлюватися α -амілазою та мальтазою слини у кардіальному відділі шлунка протягом близько 30 хвилин, доки харчова грудка повністю не просякне кислим шлунковим соком.

Емульговані жири розщеплюються *ліпазою* шлункового соку до гліцерину та вищих жирних кислот.

У клітинах, якими викладено шлунок, утворюється *білкова фракція* (внутрішній фактор Касла – транскорин), яка необхідна для всмоктування вітаміну В₁₂.

Рухова (моторна) активність м'язових стінок шлунка забезпечує перемішування харчової кашки під час травлення та евакуацію в міру того, як відбувається її розщеплення ферментами. Воратар (пілорус) періодично відкривається, і продукти травлення переходять із шлунка до дванадцятипалої кишки. Ці процеси регулюються нейрогуморальною системою за участю

інтестинальних гормонів. Моторику шлунка *стимулюють* гастрин, серотонін, інсулін; секретин та деякі інші гормони *гальмують* її.

Тонкий кишечник – це трубка довжиною 5-6 м. Верхня частина – дванадцятипала кишка – має довжину 24-30 см; порожня кишка – становить $\frac{2}{5}$ всієї довжини тонкого кишечнику, клубова – близько $\frac{3}{5}$.

Дванадцятипала кишка займає фіксоване положення. Травлення в ній забезпечується соком підшлункової залози та жовчю, які надходять протоками до її порожнини. У дванадцятипалій кишці відбувається травлення всіх харчових речовин відповідними ферментами. У стінці дванадцятипалої кишки виробляються гормони, які регулюють функцію інших відділів травної системи та апетит.

У тонкому кишечнику, крім травної, здійснюються *регуляторна та гомеостатична функції*, тобто в умовах недостатнього надходження пластичного матеріалу ззовні тонкий кишечник бере участь у забезпеченні внутрішнього середовища необхідними речовинами. Джерелом незамінних амінокислот є білки травних соків та клітин, які злушилися. У цьому відділі травного тракту також відбувається синтез фосфоліпідів, утворення ретинолу (із каротинів) та деяких інших важливих для організму біологічно активних речовин (наприклад, серотоніну). Деякі канцерогенні сполуки окиснюються в стінках тонкого кишечнику, перетворюючись на нетоксичні сполуки.

Після завершення процесу травлення речовин у тонкому кишечнику, їх вибіркового транспорту в кров та лімфу вся маса, що не була перетравлена і не всмокталася, надходить до товстого кишечнику.

Товстий кишечник густо населений мікрофлорою, яка виконує корисні функції: захищає організм від хвороботворних мікроорганізмів, перешкоджаючи їх життєдіяльності та розмноженню; стимулює діяльність захисних механізмів, які формують імунні бар'єри проти сторонніх речовин; синтезує деякі вітаміни, які частково використовуються організмом: пантотенову кислоту, фолацин, ніацин, інозит, біотин, вітаміни B₆, B₁₂ та K;

бере участь у кругообігу стероїдних гормонів, звільнюючи їх з ефірів, після чого вони частково повертаються у кров'яне русло.

Мікроорганізми товстого кишечника викликають глибоке розщеплення органічних речовин, утворюючи різноманітні продукти, у тому числі токсичні і канцерогенні. Основна маса їх виділяється через пряму кишку, але невелика частина всмоктується і надходить через воротну вену до печінки, де знешкоджується.

У товстих кишках в основному всмоктується вода та мінеральні сполуки, завдяки чому в організмі зберігається відповідний рівень водно-сольового обміну. Ущільнена маса рухається в пряму кишку, звідки виділяється назовні. Окрім речовин, які не перетравилися та не всмокталися, а також сторонніх сполук, що потрапили до організму з їжею та водою, через товстий кишечник видаляються деякі продукти обміну, наприклад холестерин та його похідні, кальцій, залізо інші метали, солі яких погано розчиняються у воді і не можуть виводитися через нирки із сечею. У товстому кишечнику під дією ферментів мікроорганізмів відбувається часткове розщеплення клітковини.

Товстий кишечник тісно пов'язаний з допомогою нейрогуморальної системи з розташованими вище ділянками травного тракту. Тонус стінок товстого кишечника підвищується під дією жовчі, часток їжі. Подразниками слизової оболонки товстого кишечника є шлунковий сік, кислоти, луги.

Велику роль в процесі травлення грає підшлункова залоза та печінка.

Підшлункова (панкреотична) залоза розташована під шлунком. Вона володіє змішаною функцією: ендокринна тканина синтезує гормони – *інсулін* та *глюкагон*, які виділяються в кров (*внутрішня секреція*), друга частина залози утворює травний сік, який надходить в порожнину дванадцятипалої кишки (*зовнішня секреція*). За добу утворюється близько 700 мл соку. Він містить Na_2CO_3 (рН соку становить 7,5-8,5); ферменти: трипсиноген, хімотрипсиноген, проеластазу та ліпазу в неактивній формі, а також нуклеази, карбогідрози (α -амілазу, сахаразу, мальтазу, лактазу).

Печінка – це непарний життєво важливий орган, який розташований

праворуч у верхній частині черевної порожнини. Печінка виконує різноманітні функції: бере участь у травленні, в розподілі всередині організму ряду харчових речовин, які всмокталися з шлунково-кишкового тракту, депонує деякі з них; знешкоджує токсичні сполуки, які надійшли до організму ззовні та утворилися всередині нього. Печінка відіграє важливу роль в обміні білків, ліпідів, вуглеводів, вітамінів, мінеральних речовин, гормонів, є важливою ланкою системи *гомеостазу* – постійності внутрішнього середовища організму.

Залозові клітини печінки безперервно утворюють жовч: 500-1500 мл/добу (*процес виділення жовчі*). Вона надходить у міжклітинні простори, звідти – в більш великі ходи, які об'єднуються в жовчну протоку, яка відкривається в дванадцятипалу кишку самостійно або спільно з протокою підшлункової залози. Коли їжа не вживається, жовч накопичується в жовчному міхурі, розташованому на нижній поверхні печінки. У ній жовч концентрується внаслідок усмоктування його стінками до крові, води та електролітів. Під час приймання їжі жовч надходить до дванадцятипалої кишки як безпосередньо із печінки, так і із жовчного міхура (*процес виведення жовчі*).

Жовч – це складна рідина, рН 7,3-8,0. Вона містить жовчні кислоти, пігменти, холестерин, хлориди Натрію та Калію, фосфати, Кальцій, Ферум, Магній, ряд гормонів та продуктів обміну речовин.

Жовч виконує такі функції: інактивує пепсин; емульгує жири, що полегшує їх контакт з ліпазою; активує ліпазу підшлункового соку; забезпечує всмоктування жирів, ліпоїдів, в тому числі жиророзчинних вітамінів, а також кальцію, магнію (завдяки утворенню із жовчними кислотами комплексів, які легко проникають через стінки тонкого кишечника); підвищує стійкість холестерину в розчинному стані; створює сприятливі умови для травлення в тонкому кишечнику внаслідок посилення його секреторної та рухової активності; пригнічує розмноження мікроорганізмів та їх життєдіяльність; виділяє продукти обміну хромопротеїдів (жовчні пігменти), холестерину, стероїдних гормонів, кальцію, заліза, багатьох ядів, ліків; стимулює утворення жовчі клітинами печінки та виведення її (впливають жовчні кислоти, які

звільнилися з комплексів із жирними кислотами після всмоктування їх та транспортування кров'ю до печінки).

2.2. Роль харчування в діяльності травної системи

Серед незамінних харчових речовин, які необхідно включати до раціону, особливе значення для *нормальної функції слизової оболонки травного тракту* має ретинол (вітамін А). При його нестачі відбувається ороговіння слизової оболонки, в ній з'являються тріщини, які інфікують мікроорганізми, що густо населяють ротову порожнину. Запалення язика виникає при дефіциті в раціоні рибофлавіну (вітаміну В₂).

Для попередження розвитку карієсу зубів, який є досить поширеним захворюванням, особливо в промислово розвинених країнах, необхідні вітаміни D, С, В₁, кальцій, фосфор (Са:Р у співвідношенні 1:1,5), фтор. Збільшенню частоти виникнення карієсу сприяє вживання рафінованих продуктів, серед них – цукор та інші легкозасвоювані вуглеводи. У результаті цього, а також через недостатнє самоочищення зубів баластними речовинами, відсутніми в рафінованих продуктах, створюються сприятливі умови для розвитку мікрофлори, яка утворює кислоти, що руйнують тканини зубів.

Деякі харчові кислоти, наприклад, винокам'яна (міститься у винограді), можуть спричиняти утворення зубного каменя, що також сприяє розвитку карієсу зубів. Ця хвороба виникає також і під час вживання страв, що містять у собі речовини, які надають їм гострий смак, а також під час різкої зміни гарячої та холодної їжі, що призводить до утворення мікротріщин емалі зубів. Включення до раціону зеленої цибулі, часнику, інших рослинних продуктів, багатих клітковиною та бактерицидними сполуками, попереджує карієс зубів.

Аскорбінова кислота та вітамін Р (рутин) необхідні для *нормального обміну речовин у навкол зубних тканинах* (пародонт), які тримають зуби в щелепах. При нестачі цих нутрієнтів розвивається захворювання – *пародонтоз*.

Вживання їжі та напоїв, які містять кислоти, прянощі, екстрактивні речовини м'яса, риби, грибів, а також солодоців *стимулює* функцію слинних

залоз. Холодна вода більше посилює секрецію слини, ніж тепла. *Гальмується* виділення слини при досягненні ситості, а також при вживанні їжі поспіхом; в останньому випадку виникає загроза механічного пошкодження слизової оболонки травного тракту великими шматками їжі. *Зменшується* секреція слини під впливом їжі з неприємним запахом, смаком, а також умовних сигналів, які раніше поєднувалися з її прийманням. На органи ротової порожнини негативно впливає алкоголь.

Потужними стимуляторами секреції шлункового соку є м'ясні, рибні, грибні навари, які містять екстрактивні речовини; м'ясо та риба у підсмаженому вигляді; яєчний білок; чорний хліб та інші продукти, до складу яких входять клітковина та інші баластні речовини; деякі спеції; алкоголь у невеликій кількості.

У меншій мірі *підвищують* виділення шлункового соку м'ясо та риба у відвареному вигляді; в'ялені, копчені, солоні, квашені продукти.

Помірно збуджують шлункові залози кислі продукти, білий хліб, сир, прянощі, кава, молоко, напої, які містять CO₂.

Слабкими збудниками шлункової секреції є овочі, бланшовані та протерті; розведені овочеві та фруктові-ягідні соки; какао; слабкі розчини кухонної солі; вода.

Виділення шлункового соку *збільшується* під час вживання мінеральних вод одночасно з прийманням їжі.

Гальмування (тривале) виділення шлункового соку викликають жири, а також нерозведені овочеві та фруктові-ягідні соки. Секреція шлункового соку *знижується* під впливом лужних мінеральних вод, якщо їх вживають за 60-90 хвилин до прийому їжі. Активність шлункового соку *знижується* під час ковтання великих шматків погано пережованої їжі, тому що це посилює секрецію слизу, який гальмує протеоліз.

Їжа, одноманітна за асортиментом і за складом, *пригнічує* функцію шлунка; вона може також викликати відказ від їжі, тобто останній ступінь

гальмування. Також впливають поганий вигляд їжі, її неприємні запах та смак. Різко гальмує виділення шлункового соку голод.

Тривалість перебування їжі в шлунку залежить від її складу, характеру технологічної обробки та інших факторів. Нагріті рідини швидше залишають шлунок, ніж холодні.

В середньому їжа перебуває у ротовій порожнині 15-20 с, у стравоході – 10 с, у шлунку – 1-3 год., в тонкій кишці – 7-8 год., в товстій – 25-30 год.

Порушення травлення у шлунку трапляється при систематичних похибках режиму харчування, нечастому вживанні їжі, тому що це викликає розлад ритму виділення соку. Несприятливо впливають також вживання їжі наспіх, до того ж сухої, часте вживання грубої їжі, яка не піддавалася достатній технологічній обробці. Велика кількість їжі, яка вживається за один прийом, викликає розтягнення стінок шлунка, підвищення тиску в ділянці серця, що несприятливо впливає на самопочуття людей, особливо в похилому віці або осіб, які ведуть малорухливий спосіб життя (виконання роботи сидячи).

Структурні та функціональні зміни слизової оболонки та зниження секреції шлункового соку розвиваються при недостатці ретинолу, вітамінів групи В, аскорбінової кислоти. На слизову оболонку шлунка сприятливо впливає вітамін U.

Секрецію соку підшлункової залози збуджують ті самі подразники, що й секрецію органів ротової порожнини та шлунка (вигляд, запах, хімічні речовини їжі), а також гормони: холецистокінін (панкреозимін), секретин, які утворюються в стінці тонкого кишечника; їх секреції сприяє соляна кислота.

Стимуляторами травної функції підшлункової залози є кислоти, розбавлені овочеві соки, капуста, цибуля, жири, жирні кислоти, вода, а також невеликі дози алкоголю. *Гальмують* секрецію соку підшлункової залози лужні мінеральні солі; молочна сироватка. *Пошкоджує* підшлункову залозу систематичне надмірне вживання гострих приправ та джерел ефірних масел.

Утворення жовчі стимулюється такими факторами: актом їжі; умовними подразниками, які супроводжували раніше приймання їжі; соляною та іншими

кислотами; подразненням механорецепторів шлунка їжею; продуктами перетравлення білків; жовчними кислотами, які надходять з крові; секретином; слабше діють гастрин, холецистокінін та деякі інші гормони, які утворюються в стінці кишечника.

Виділення жовчі в дванадцятипалу кишку стимулюється під час вживання їжі, продуктами гідролізу білків та тими самими гормонами, які впливають на утворення жовчі.

Гальмують жовчовиділення: холод, голод, нестача кисню (гіпоксія); глюкагон та деякі інші гормони.

Таким чином, між жовчоутворювальною та жовчовидільною діяльністю печінки, шлунком та дванадцятипалою кишкою існують тісні функціональні зв'язки, які реалізуються рефлекторним та гуморальним шляхами.

У дванадцятипалій кишці розщеплюються всі нутрієнти складної будови. Гідроліз білків спочатку здійснюється *трипсином*, який утворюється із трипсиногену під впливом ферменту ентерокинази (синтезується в тонкому кишечнику). Утворені молекули трипсину активують трипсиноген, який залишився, а також хімотрипсиноген та проеластазу. У результаті дії цих протеаз та колагенази з різних харчових білків, в тому числі фібрилярних, утворюються *пептиди* та *амінокислоти*. Полінуклеотиди перетравлюються нуклеазами, вуглеводи – відповідними карбогідразами, жири – ліпазою, активованою жовчю. Естерази гідролізують складні ефіри різних ліпідів.

Моторна діяльність дванадцятипалої кишки обумовлює просування харчової кашки до відділів травного тракту, які розташовані нижче.

Слизова оболонка тонких кишок має безліч складок, які утворюють *ворсинки*, *мікрворсинки*, що спрямовані в порожнину кишечника; вони різко збільшують поверхню стінок (до 500 м²). Завдяки цьому забезпечуються інтенсивні процеси травлення та всмоктування продуктів гідролізу в кровоносні та лімфатичні капіляри, якими густо вкрита стінка тонкого кишечника. У простір, який зайнятий мікрворсинками, не можуть проникнути

мікроорганізми, що знаходяться в порожнині кишечника; отже, ці структури слизової оболонки виконують ще й бар'єрну функцію.

У кишковому соці міститься до 22 ферментів, які завершують гідроліз складних харчових речовин, в тому числі зв'язаних форм вітамінів. Ці ферменти локалізовані не тільки в порожнині кишки, але й на поверхні мікроворсинок, де відбувається *контактне травлення*. Контактне травлення ефективніше порожнинного, тому що при ньому не відбувається втрат харчових речовин у результаті діяльності мікроорганізмів, а також забезпечується більш швидке всмоктування (оскільки на мікроворсинках гідролази в просторі зближені зі специфічними переносниками, які транспортують нутрієнти в кров та лімфу).

Стимуляторами функцій тонких кишок є соки шлунку та дванадцятипалої кишки.

Рухову та секреторну активність тонких кишок *посилюють* грубі шматочки їжі, що містять баластні речовини, причому відносно грубі частинки ефективніше, ніж тонко подрібнені. Так впливають також лактоза, вітамін В₁, холін, харчові кислоти, вуглекислота, лужні солі, прянощі, продукти гідролізу харчових речовин, особливо жирів (жирні кислоти).

Для засвоєння кальцію та магнію необхідний вітамін D. Цьому процесу сприяє лактоза, аскорбінова та лимонна кислоти. Всмоктуванню заліза сприяє аскорбінова кислота (завдяки її відновним властивостям). Знижують використання організмом харчових речовин баластні сполуки рослинних продуктів, тому що вони прискорюють проходження харчової кашки з тонкого кишечника в товстий, де всмоктування нутрієнтів майже не відбувається.

Рухову активність товстого кишечника *стимулює* збудження парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи і *гальмує* збудження симпатичного відділу (такий самий ефект чинять фактори, які викликають стрес).

Найбільш важливими *позбавниками* товстої кишки є баластні речовини, вітаміни групи B, особливо вітамін В₁. Послаблюючу дію мають високі

концентрації цукру, мед, пюре з буряка, моркви, сухофрукти (особливо сливи), ксиліт, сорбіт, мінеральні води, багаті солями магнію, сульфатами (типу Баталінської).

Порушення рухової та видільної функцій товстого кишечника розвивається переважно під час вживання рафінованих продуктів, що позбавлені баластних речовин (білий хліб, макаронні вироби, рис, манна крупа та ін.), а також через брак вітамінів, особливо групи В.

Затримка виділення продуктів розпаду (закрепи) зумовлює підвищення надходження токсичних речовин до печінки, що обтяжує її функцію, призводить до розвитку атеросклерозу, інших хвороб та раннього старіння. Перевага в раціоні м'ясних продуктів збільшує процеси гниття у товстій кишці. Наприклад, з триптофану утворюється індол, який сприяє прояву дії деяких хімічних канцерогенів.

Надлишок вуглеводів у раціоні обумовлює розвиток процесів бродіння.

Питання для самоперевірки та контролю

1. Які основні функції виконує травна система?
2. Які процеси відбуваються у ротовій порожнині?
3. Які процеси відбуваються в шлунку? Які фактори впливають на виділення шлункового соку?
4. Які процеси відбуваються в дванадцятипалій кишці, яка роль в них підшлункової залози та печінки? Охарактеризуйте фактори, що регулюють їх функції.
5. Які функції виконує тонкий кишечник?
6. Охарактеризуйте функції товстого кишечника, його значення у виведенні шлаків з організму, кругообігу речовин в організмі, його захисну роль.

ТЕМА 3. ТЕОРЕТИЧНІ ОСНОВИ ХАРЧУВАННЯ. ТРАДИЦІЙНЕ ТА НЕТРАДИЦІЙНЕ ХАРЧУВАННЯ

Різні теорії харчування умовно поділяються на два види: традиційне та нетрадиційне харчування. До *традиційного харчування* відносять *раціональне або збалансоване харчування, лікувально-профілактичне та дієтичне*. *Раціональне або збалансоване харчування* рекомендовано для здорових людей. *Лікувально-профілактичне* або професійне харчування, призначене для працюючих в умовах впливу несприятливих факторів, пов'язаних із професією, або осіб, що проживають в місцях із несприятливими екологічними умовами.

Теорія раціонального харчування. Раціональним називається харчування, що найкраще задовольняє потребу організму в енергії і есенціальних (незамінних) життєво важливих речовинах, причому в даних конкретних умовах його життєдіяльності.

Раціональне харчування є засобом нормалізації стану організму, що підтримує його високу працездатність, здатне задовольняти енергетичні, пластичні та інші потреби організму, підтримувати необхідний рівень обміну речовин.

Основними елементами раціонального харчування є збалансованість та правильний режим харчування. Воно відповідає певним законам (рис. 3.1).

Науковою основою раціонального харчування є фізіологічно-гігієнічні вимоги до харчового раціону, режиму харчування та умов прийому їжі (рис. 3.2).

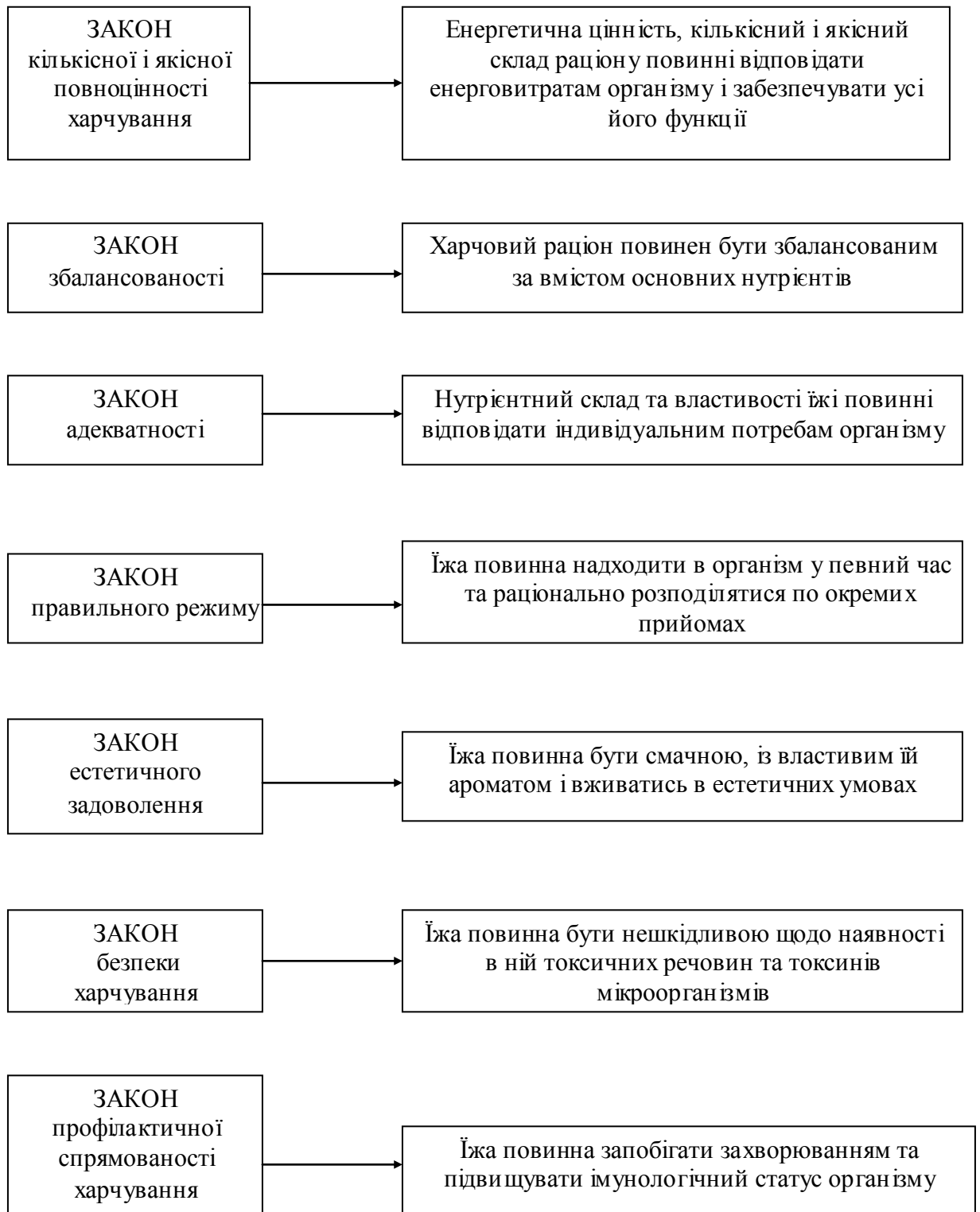


Рис. 3.1. Закони раціонального харчування

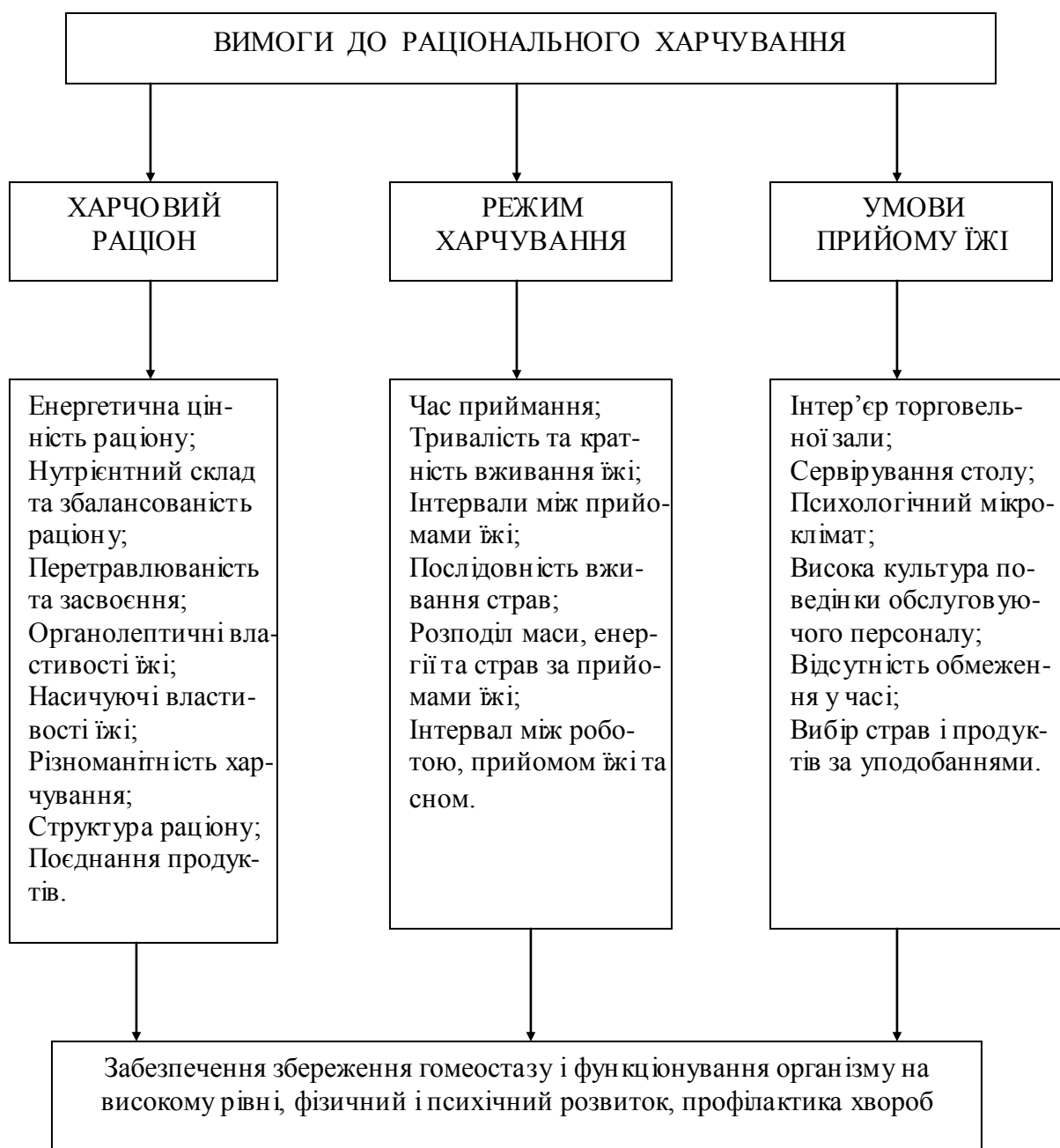


Рис. 3.2. Фізіологічно-гігієнічні вимоги до раціонального харчування

Особливе значення набуває проблема забезпечення збалансованості та повноцінності харчування при мінімальній його енергетичній цінності.

Збалансованим вважають харчування, у якому забезпечені оптимальні співвідношення харчових та біологічно активних речовин, що здатні проявляти в організмі максимум корисного біологічного впливу.

Воно також передбачає найбільш фізіологічно обумовлені взаємозв'язки та співвідношення есенціальних складових частин харчових речовин –

амінокислот, ненасичених жирних кислот, крохмалю, цукрів, взаємозв'язки окремих вітамінів між собою та іншими компонентами харчування, а також зв'язок та вплив мінеральних речовин на прояв біологічних властивостей інших харчових речовин та їхніх складових.

Раціональне харчування передбачає *оптимальне співвідношення харчових і біологічно активних речовин*. За даними ФАО/ВООЗ оптимальна кількість основних енергетичних нутрієнтів – білків, жирів і вуглеводів відповідно становить 10-11 %, 20-25 %, 65-70 % від енергоцінності раціону.

Відповідно до «Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії» білки повинні забезпечувати, в середньому, 11-13 % добових енерговитрат: для дорослого населення – 11 %, у тому числі тваринних 55 %; для дітей, підлітків та людей похилого віку – 13 %, у тому числі тваринних 50 %.

За рахунок *жирів* повинно бути забезпечено, в середньому, 25-27 % добових енерговитрат: для дорослого населення – 25 %; для дітей, підлітків – 26 %; для людей похилого віку 27 %.

За рахунок *вуглеводів* повинно бути забезпечено, в середньому, 60-64 % добових енерговитрат: для дорослого населення – 64 %; для дітей, підлітків – 61 %; для людей похилого віку – 60 %.

Раціон здорової людини повинен містити харчових волокон 20-30 г на добу (10 г на 1000 кал енергії).

Співвідношення за *масою* білків, жирів та вуглеводів становить:

- для дорослого населення – білки : жири : вуглеводи = 1:1:5,8;
- для дітей, підлітків та людей похилого віку відповідно 1:0,9:4,6;

Потреба у вітамінах та мінеральних речовинах розраховується на 1 *мегакалорію* (1000 калорій). В сучасних умовах для людей розумової та автоматизованої праці найбільш сприятливим є добовий харчовий раціон, що містить 2,5 мегакалорії. Харчовий раціон повинен включати легко перетравлювальні та добре засвоювані продукти і страви. *Перетравлюваність та засвоєння* харчового раціону залежать від:

– *індивідуальних реакцій організму* – віку, статі, рівня фізичної активності, функціонування шлунково-кишкового тракту, активності ендокринних залоз, наявності хвороб, стресів; споживання алкоголю та кави, паління, генетичних особливостей;

– *складу їжі* – кількісного та якісного складу їжі, які залежать від рецептури, способу та режимів теплової обробки, збалансованості нутрієнтів та поєднання інгредієнтів;

– *органолептичних властивостей їжі* – зовнішнього вигляду, смаку, кольору, консистенції, температури;

– *механічної кулінарної обробки* – очищення від інгредієнтів, що заважають травленню і засвоєнню; подрібнення, протирання, збивання, які поліпшують процеси травлення;

– *теплової кулінарної обробки* – температурних режимів та тривалості обробки (варіння, припускання, тушкування – поліпшують перетравлюваність, смаження – погіршує);

– *різноманітності страв* – асортименту страв, продуктового набору раціону (не менше 30 страв на тиждень);

– *умов приймання їжі* – дизайну та естетики приміщення, психологічного та фізичного комфорту.

Теорія адекватного харчування. Виявлення невідомих раніше типів травлення їжі – лізосомального і мембранного – та механізмів транспорту харчових речовин з кишок у внутрішнє середовище організму, з'ясування діяльності гормонів системи травлення, дослідження впливу *елементних*, або *мономірних*, дієт на організм та ін. сприяли перегляду основних положень класичної теорії збалансованого харчування. Так, в останні роки набула поширення *теорія адекватного харчування*:

– харчування забезпечує організм енергією та необхідними поживними речовинами;

– нормальне харчування людини зумовлене не одним потоком харчових речовин з травного каналу, а *кількома потоками* харчових та регуляторних речовин, які мають життєво важливе значення;

– необхідними компонентами їжі є не тільки харчові, а й *баластні речовини*;

– велике значення має *ендоекологія*, зумовлена взаємодією організму з його кишковою мікрофлорою;

– баланс харчових речовин досягається в результаті звільнення при їх ферментному розщепленні під час *порожнинного, мембранного та внутрішньоклітинного* травлення їжі, а також внаслідок синтезу нових речовин, у тому числі незамінних.

За теорією адекватного харчування, крім основного потоку харчових речовин, з травного каналу у внутрішнє середовище організму людини надходить ще *п'ять потоків*, важливість яких раніше недооцінювалась: 1) гормонів та гормоноподібних сполук; 2) вторинних корисних харчових сполук, які утворюються з баластних речовин під впливом мікрофлори товстої кишки; 3) токсичних сполук, які формуються з токсичних компонентів харчових продуктів; 4) продуктів господарської діяльності людей (наприклад, пестицидів); 5) токсичних продуктів життєдіяльності бактерій у товстій кишці.

Згідно з теорією адекватного харчування, *баластні речовини* – еволюційно важливий компонент харчових продуктів, необхідний для нормального функціонування шлунково-кишкового каналу. З позицій теорії адекватного харчування, в раціональному харчуванні необхідно збільшити частку продуктів, які містять баластні речовини, розробити технології, які зберігають баластні речовини з харчових продуктів.

Основні положення теорії адекватного харчування обґрунтував російський учений, акад. М.О.Уголев.

Нетрадиційні види харчування. Нетрадиційні види харчування відрізняються від прийнятих у сучасній медицині принципів і методів харчування здорової людини. Його слід розглядати як складову частину нетрадиційної, альтернативної медицини.

Основні види нетрадиційного харчування: *вегетаріанство* у різних варіантах, харчування *довгожителів* (макробіотиків), харчування у *системі*

вчення йогів, роздільне харчування, сиродіння, а також добровільне короткочасне або тривале повне голодування (розвантажувально-дієтична терапія).

Рекомендації прибічників нетрадиційного харчування містять як антинаукові положення, здатні завдати шкоди здоров'ю, так і раціональні. Тому фахівці з харчування повинні знати позитивні і негативні особливості кожного виду нетрадиційного харчування, показання і протипоказання до їх застосування.

Вегетаріанське харчування. *Вегетаріанство* – харчування продуктами рослинного походження. Є три основних види вегетаріанства: 1) *суворе* вегетаріанство – вживання тільки рослинної їжі у будь-якій кулінарній обробці; 2) *лактовегетаріанство* – вживання у їжу рослинних і молочних продуктів, 3) *лактоововегетаріанство* – вживання у їжу рослинних, молочних продуктів та яєць.

У світі 1 млрд. чоловік є вегетаріанцями, але значна частина з них стали ними не добровільно, а через соціально-економічні причини. У разі поліпшення матеріальних умов життя «вимушені» вегетаріанці включають у харчування м'ясо та інші тваринні продукти. Погіршення економічної ситуації у будь-якій країні завжди супроводжується «вегетаріанізацією» харчування частини населення, оскільки більшість рослинних продуктів дешевші і доступніші, ніж продукти тваринного походження.

Добровільне вегетаріанство може бути зумовлене релігійними приписами; морально-етичними переконаннями, що заперечують забій тварин; а також медичними (оздоровчими) причинами. Прибічники вегетаріанства з медичних причин вважають, що таке харчування найбільш адекватне організму людини, воно забезпечує здоров'я, профілактику хвороб і активне довголіття.

Наука про харчування оцінює вегетаріанство з урахуванням його виду, відповідності фізіологічним потребам різних груп населення, наявності тих або інших захворювань.

Харчування суворих вегетаріанців – *веганів* – дефіцитне на повноцінні білки, вітаміни B₂, B₁₂, A. Вміст кальцію, заліза, цинку і міді кількісно може бути

достатнім, але засвоюваність їх із рослинної їжі низька. Тому вегетаріанство нерациональне для організму дітей і підлітків. Діти з сімей веганів нерідко відстають від однолітків у фізичному розвитку, у них часто зустрічаються прояви аліментарних захворювань. Веганство не забезпечує підвищену потребу у легкозасвоюваному Кальцію у літніх людей, особливо жінок, у яких є велика небезпека розвитку остеопорозу. Неприятливо впливає суворе вегетаріанське харчування на вагітних жінок і матерів, що годують груддю, та їхніх дітей (на розвиток плода і дитини грудного віку). Організм дорослої здорової людини може пристосуватися до веганства і функціонувати, але не на оптимальному рівні, у разі субнормального надходження деяких незамінних нутрієнтів. Однак під час захворювань пристосовні можливості організму можуть виявитися недостатніми.

На відміну від веганів, у *лактовегетаріанців* має місце менший дефіцит вітаміну B₁₂, заліза, частково цинку і міді, але молоко і молочні продукти бідні на них і не можуть повністю задовольнити потреби організму. У них можливий невеликий дефіцит заліза у зв'язку з низьким його засвоєнням із яєць. Загалом лактовегетаріанство і лактоовоовегетаріанство принципово не суперечать сучасним принципам раціонального харчування.

Вегетаріанське харчування у разі широкого асортименту рослинних продуктів має високий вміст вітаміну С і каротиноїдів, калію, мангану, харчових волокон, а у разі веганства ще й майже повну відсутність насичених жирних кислот і холестерину. Однак молочні продукти і яйця у харчуванні лакто- і лактоовоовегетаріанців можуть бути більшим джерелом жирів, насичених жирних кислот і холестерину, ніж м'ясні продукти.

Прибічники вегетаріанства як оздоровчого харчування вважають, що м'ясо несприятливо впливає на організм у зв'язку з наявністю у ньому токсичних біогенних амінів, а також утворенням з білків м'яса сечової кислоти, аміаку та інших продуктів метаболізму. Вважають, що ці речовини порушують функцію ЦНС і перевантажують діяльність печінки та нирок через необхідність їх знешкодження і виділення з організму.

За деякими даними, у суворих вегетаріанців нижча смертність від ішемічної хвороби серця, менше поширені гіпертонічна хвороба та інсулінонезалежний цукровий діабет, рідше виникають деякі форми раку, зокрема товстої кишки. З іншого боку, встановлено, що у веганів частіше зустрічаються недостатність деяких вітамінів і мінеральних речовин, недокрів'я, вища інфекційна захворюваність, зокрема на туберкульоз.

Молочно-рослинна спрямованість харчування вважається доцільною для літніх і старих людей. У разі деяких захворювань (подагра, ниркова недостатність тощо) на короткий або тривалий термін обмежують або виключають м'ясо тварин і птиці, рибу.

Вегетаріанська спрямованість харчування, що не виключає споживання тваринних продуктів, рекомендується у разі ожиріння, атеросклерозу і пов'язаних з ним захворювань – дискінезії кишок із закрепами, подагри, сечокам'яної хвороби.

Суворо вегетаріанське харчування у вигляді розвантажувальних днів є складовою частиною дієтотерапії багатьох захворювань. Для здорових людей оптимальним є змішане харчування: широке використання овочів, плодів і різних вегетаріанських страв, а також відмова від надмірного споживання м'яса і м'ясних продуктів. Слід ураховувати, що змішаний раціон створює більші можливості для пристосування харчування до біохімічної індивідуальності організму, ніж раціон, який складається переважно з рослинних або тваринних продуктів.

Харчування макробіотиків (довгожителів). Ця система харчування виникла в Японії. Вона включає: релігійно-філософські положення дзен-буддизму; теорію і практику східної психосоматичної медицини; японські традиції у харчуванні; деякі сучасні підходи до аліментарної профілактики масових неінфекційних захворювань.

Прихильники цієї системи харчування розглядають життєву силу як взаємодію і боротьбу протилежностей, або сил янь і інь. Рівновага цих сил забезпечує психічне і фізичне здоров'я. До янь відносяться такі поняття, як

чоловічий, сильний, активний, підвищена функція, до інь – жіночий, слабкий, пасивний, знижена функція. В організмі янь збільшується влітку, інь – взимку. Ознаки порушення балансу янь та інь лежать в основі діагностики хвороб.

Японці розподіляють продукти за переважанням у них янь та інь, розроблені раціони для лікування захворювань за принципом протилежності.

Макробіотики акцентують увагу на дотриманні певного співвідношення у раціонах калію і натрію (5:1) за рахунок обмеження кухонної солі і на доцільності олузнюючого впливу їжі на організм. Виваженість янь та інь у продуктах макробіотики виявляють за кольором овочів і плодів, напрямком росту рослин, співвідношенням в них натрію і калію, кислот і основ тощо. Але класифікація більшості продуктів не вкладається у цю схему.

Макробіотики вважають, що для поліпшення здоров'я і профілактики захворювань треба уникати *м'яса тварин і птиці, тваринних жирів, молочних продуктів, цукру, натуральної кави, прянощів та спецій*. Вони не рекомендують вживати очищені зернові продукти (вироби з борошна тонкого помелу, макаронні вироби тощо), продукти промислового виробництва, в тому числі консервовані і заморожені, кухонну сіль. *Виключають алкоголь*, а також *«ненатуральні продукти»* – морозиво, шоколад, пепсі-колу та інші прохолодні напої, ковбаси тощо. Мед і фрукти обмежують; для жителів помірного клімату вони не рекомендують цитрусові, банани та інші екзотичні плоди.

Основою харчування макробіотиків є зернові продукти; нешліфований рис, цілі зерна пшениці, ячменю, просо та інші злаки, бобові, хліб і вироби із непросіяного борошна. Не менше ніж 1/3 овочів повинні бути свіжими. Припустиме вживання квашених овочів. Для приготування їжі вони використовують рослинні нерафіновані олії. Готові страви приправляють морською сіллю і соєвим соусом. Горіхи, насіння олійних культур, сухофрукти використовують як закуски. Обмежують споживання рідини. Із напоїв рекомендують чай зелений із дикоростучих рослин, каво подібний напій із зерен злаків. Фрукти дозволяють їсти 2-3 рази на тиждень, рибу 1-2 рази на тиждень, яйця – 1 раз в місяць.

Встановлено, що *тривале перебування* на раціонах, складених переважно або повністю із злакових, *небезпечно для здоров'я*. Такі раціони дефіцитні за незамінними амінокислотами, деякими вітамінами (А, В₁₂, фолат), джерелами кальцію, що добре засвоюється, заліза та цинку. У багатьох країнах доведено, що внаслідок макробіотичного харчування виникають аліментарні порушення. У дорослих людей виявляють білкову недостатність, цингу, А-гіповітаміноз, залізодефіцитну анемію. У дітей, котрих годували за системою макробіотиків, крім того спостерігалися затримка росту, імунодефіцит та рахіт.

Сироїдіння. Під сироїдінням розуміють харчування рослинними продуктами, які не піддаються термічній обробці, тобто сирими. Сироїдіння є крайнім варіантом суворого вегетаріанства. Сироїди вважають, що їжа повинна бути «живою», не «убитою» або зміненою дією високих температур. Раціон харчування вони складають із свіжих овочів, фруктів, ягід і їх соків, сухофруктів (висушених на повітрі і під дією сонця), дикоростучих їстівних рослин, горіхів, сирого насіння олійних рослин, пророслого зерна, розмочених у воді круп. Сироїди вважають сиру воду єдиним корисним напоєм. Частина сироїдів включає до раціону хліб, спечений без дріжджів, мед, олію, одержану методом холодного пресування.

Сироїдіння обґрунтовують: наявністю у сирій рослинній їжі «живої» (сонячної, космічної) енергії; відповідністю сироїдіння харчуванню предків людини до появи вогню, природністю сироїдіння, оскільки усі тварини споживають їжу такою, якою дає природа; збереженням вітамінів та інших біологічно активних речовин у сирих продуктах.

Зазначені теоретичні положення сироїдіння науково необґрунтовані повністю або частково.

Безумовно, за тривалої термічної обробки їжа набуває негативних властивостей, тобто з'являються *канцерогенні, мутагенні та інші шкідливі речовини*, які є *продуктами полімеризації жирів*. Крім того *руйнуються термолабільні нутрієнти*, перш за все вітаміни. У зв'язку з цим необхідно

додержуватися гігієнічних правил приготування їжі і цілорічного споживання свіжих овочів, фруктів і ягід, які є головним джерелом вітаміну С, каротиноїдів, меншою мірою – фолату і вітаміну К.

Абсолютне і постійне сирोїдіння відносять до нераціонального харчування. Воно *протипоказане дітям, вагітним жінкам, матерям, які годують груддю, особам, зайнятим важкою фізичною працею*. Тривале сироїдіння може спричинити білково-енергетичну недостатність, полігіповітамінози, анемію та інші ускладнення. Однак *нетривале* (1-3 тижні) сироїдіння з переважанням у раціоні овочів і плодів застосовують як *лікувально-дієтичний* метод у разі ожиріння, гіпертонічної хвороби, подагри, хронічної ниркової недостатності, алергії. Сироїдіння у вигляді *розвантажувальних днів* (яблучний, кавунний, огірковий тощо) широко використовують у лікуванні деяких захворювань, їх рекомендують вагітним жінкам під час ранніх і пізніх токсикозів вагітності.

Розвантажувальні дні (сирі овочі і плоди, їх соки) припустимі і для здорових людей.

Харчування у системі вчення йогів. Слово «йога» (на санскриті – злиття, гармонія) означає *з'єднання душі людини з абсолютним духом, космосом, божеством*. Прихильники використовують йогу для зміцнення здоров'я і лікування хвороб.

Найкориснішим для організму йоги вважають хліб з борошна грубого помелу, вироби із зерен злаків, пророслі зерна, фрукти, ягоди, овочі, горіхи, бобові, молоко і молочні продукти, мед, вершкове масло і олію. Зазначені продукти є «чистою» (сатвічною) їжею.

До «збуджуючої» (раджастичної) їжі вони відносять *м'ясо, рибу, яйця, спеції, гострі приправи, алкоголь, міцні каву і чай, смажені і копчені вироби*, а до «нечистої» (тамастичної) – їжу, яка зазнала інтенсивної переробки, залежану, несвіжу, найчастіше – м'ясну.

До засобів внутрішнього очищення йоги відносять *воду*. Вони вважають, що багато захворювань пов'язані з нестачею води, що призводить до невчасного

видалення із організму продуктів обміну речовин. Це викликає порушення функцій органів і систем. Йоги вважають, що бажано вживати сиру воду, краще джерельну, взимку 8-10 склянок, влітку 10-12 і більше. Вони починають і закінчують день, випиваючи склянку води.

Повільне харчування із старанним пережовуванням їжі – найважливіший принцип харчування йогів.

Роздільне харчування. Роздільне харчування – це окреме вживання під час прийому їжі різних за хімічним складом продуктів. Воно ґрунтується на уявленнях про *сумісне і несумісне поєднання* продуктів і шкідливість для здоров'я суміщення різних продуктів, тобто змішаної їжі.

Основні положення роздільного харчування:

- слід вживати у різний час білки і крохмаль, білки і жири, білки і цукор, кислі і солодкі фрукти, кислі продукти з білками або крохмалем;
- споживати молоко, кавуни і дині окремо від іншої їжі;
- не пити соків між прийомами їжі;
- уникати десертів, особливо охолоджених тощо.

Під термінами «білки, жири, крохмаль» мають на увазі відповідні продукти: білки – нежирні м'ясо і риба, сир, твердий сир, яйця, горіхи тощо; жири – вершкове масло і олія, сало, вершки, жирне м'ясо тощо; крохмаль – зернові, бобові, картопля тощо. Цей поділ продуктів викликає заперечення, тому що у яйцях і твердих сирах майже однакова кількість білка і жирів; у горіхах білка менше, ніж жирів; у бобових багато не тільки крохмалю, а й білків тощо. Таким чином, у багатьох природних продуктах поєднуються різні харчові речовини, які неможливо волювати під час прийому їжі

Рекомендована *оптимальна сумісність основних продуктів*:

- нежирне м'ясо, риба, птиця, а також яйця, цукор, кондитерські вироби поєднуються тільки з зеленими і некрохмалистими овочами;
- хліб, крупи, макаронні вироби, картопля – з олією і вершковим маслом, вершками, сметаною, різними овочами;
- сир, кисломолочні напої – із солодкими фруктами, сухофруктами і різними овочами;

– сир твердий, бринза – з кислими фруктами, томатами та іншими овочами;

– овочі зелені і некрохмалисті – з усіма продуктами, крім молока.

Роздільне харчування не має вагомого наукового обґрунтування тому, що засвоєння їжі починається, але не закінчується у травному каналі. Для кращої асиміляції нутрієнтів необхідно їх збалансоване надходження до клітин. Тобто збалансована суміш замісних і незамісних амінокислот необхідна для синтезу білка в організмі. Слід враховувати також, що органи травлення адаптовані до якісного складу їжі.

Роздільне споживання різних продуктів *дійсно поліпшує їх перетравлювання у травному каналі*. Більшість продуктів містить різні харчові речовини і практично неможливо підібрати ідеальне для їх вибіркового перетравлювання поєднання. Крім того, відомо безліч взаємодій харчових речовин у ході їх засвоєння.

Нормальна мікрофлора кишок потрібна організму людини, і нема підстав вважати, що харчування змішаною їжею спричиняє кишкову аутоінтоксикацію, яка можлива при дисбактеріозі, у розвитку якого мають значення і аліментарні чинники ризику (зокрема, тривале харчування рафінованою, з дефіцитом харчових волокон, їжею).

Продуктові поєднання кухні різних народів пройшли перевірку на переносність протягом життя багатьох поколінь. Так, рекомендоване у роздільному харчуванні споживання молока окремо від іншої їжі спростовується національними кухнями різних народів.

Разом з цим роздільне харчування протягом нетривалого періоду не є шкідливим, а тривале (місяці і роки) може спричинити певну детренірованість травних залоз і можливий зрив процесу травлення у разі переходу на звичайну змішану їжу.

Голодування. *Повне голодування* – припинення прийому їжі із збереженням прийому води. *Абсолютне голодування* – виключення їжі і води. Голодування може бути вимушеним і добровільним. Причинами добровільного

голодування можуть бути: релігійні, тобто повне голодування у дні християнських постів, абсолютне голодування у денний час посту місяця рамазан в ісламі; політичні і соціальні – у разі конфліктних ситуацій у громадському житті; профілактичні – у здорових людей, котрі переконані в оздоровчих можливостях голоду; лікувальні – у разі гострих і хронічних захворювань (розвантажувально-дієтична терапія).

Прихильники голодування вважають, що воно очищує організм від «шлаків». Навпаки, встановлено, що під час тривалого і навіть середньої тривалості голодування в організмі накопичуються продукти розпаду амінокислот і жирних кислот, оскільки запаси глікогену у печінці і м'язах швидко вичерпуються. Позитивний ефект лікувального голодування, який спостерігається у частини хворих, спричинений мобілізацією захисних сил організму, його адаптаційних і компенсаторних резервів унаслідок стресу, зумовленого голодом. Тому активуються імунна і ендокринна системи, пригнічується алергічне запалення, відбувається гіпосенсибілізуюча дія та аутоліз клітин, у тому числі патологічно змінених, збільшується утворення біогенних стимуляторів.

Таким чином, унаслідок тривалого голодування відбувається не відпочинок або «очищення» організму, а скоріше його «струс» з комплексом біохімічних, функціональних і морфологічних зсувів.

У період тривалого голодування в організмі виникають несприятливі зміни, тобто розпадаються функціонально активні білки тканин і органів, у крові накопичуються продукти неповного окислення білків і жирів, метаболічний ацидоз, втрата мінеральних речовин, вітамінів тощо. Може виникнути різка артеріальна гіпотонія, гіпоглікемічний стан; порушення психоемоціональної сфери, аж до психічних розладів; з'являються гіповітамінози з явищами поліневритів, ураженнями шкіри і волосся, анемія. Під час тривалого голодування зменшується утворення травних ферментів, тому відновлення харчування потребує особливої обережності.

Питання для самоперевірки та контролю

1. Сформулюйте основні закони теорії раціонального харчування.
2. Назвіть основні принципи адекватного харчування.
3. Які види нетрадиційного харчування вам відомі?
4. Ваше ставлення до редукованих дієт та голодування?

ТЕМА 4. ФУНКЦІОНАЛЬНІ ІНГРЕДІЄНТИ ХАРЧОВИХ ПРОДУКТІВ

До продуктів *функціонального харчування* відносять продукти, що мають не тільки *харчову* у традиційному значенні цього слова *цінність*, але й *здатність поліпшувати здоров'я людини й/або знижувати ризик виникнення захворювань*.

Функціональні продукти, призначені для систематичного вживання в складі харчових раціонів усіма групами здорового населення. Вони зберігають і поліпшують здоров'я, знижують ризик розвитку пов'язаних з харчуванням захворювань завдяки наявності в їхньому складі *фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів (ФФХІ)*.

Інгредієнти повинні мати *природне походження*; вживатися *перорально*, як звичайна їжа; *не знижувати поживної цінності* харчових продуктів; бути *безпечними* з точки зору збалансованого харчування; бути *корисними* для здоров'я, тобто корисні якості, повинні бути науково підтверджені, а добові дози ухвалені фахівцями; мати *точно визначені фізико-хімічні показники*, методи дослідження яких відомі та доступні; *не випускатись у вигляді лікарських форм* (капсул, порошків тощо); *норма їх щоденного вживання повинна бути схвалена спеціалістами*.

Виділяють основні категорії фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів: *пробіотичні бактерії* (лакто- і біфідобактерії); *олігосахариди*, які не засвоюються; *стійкі крохмалі*; *харчові волокна*; *поліненасичені жирні кислоти (ПНЖК)*; *вітаміни*; *антиоксиданти*; *органічні кислоти*; *мінеральні речовини*; *глікозиди та ізопреноїди*; *амінокислоти та пептиди*; *ферменти*.

Ці інгредієнти впливають на організм людини в цілому або на окремі його органи та системи.

Так, функціональні інгредієнти, які продукують *лакто- і біфідобактерії (ББ)*, нормалізують мікробіоценоз шлунково-кишкового тракту та підвищують імунний статус організму людини. Розвиток ББ стимулюють *олігосахариди*, які не засвоюються і є високоефективними біфідогенними факторами.

Харчові волокна позитивно впливають на процеси травлення, на холестериновий обмін, знижують кількість ліпідів та жирних кислот в крові, виводять з організму токсичні речовини, впливають на перистальтику кишечника та швидкість засвоєння харчових нутрієнтів у тонкому кишечнику, знижують концентрацію глюкози в крові.

Серед ПНЖК найбільш ефективними ФФХІ є *ω-3 жирні кислоти* (ліноленова, ейкозапентова, докозогексаєнова), які приймають участь у розщепленні ліпопротеїдів, холестерину і стимулюють репродуктивну функцію.

Вітаміни А, групи В необхідні для процесів метаболізму, зміцнюють імунну систему.

Антиоксиданти, до яких відносяться *β-каротин, вітаміни Е, С, А, флавонові сполуки, деякі мікроелементи* (селен, залізо, марганець тощо), *сірковмісні амінокислоти*, захищають організм людини від вільних радикалів, тобто володіють *антиканцерогенною, антиоксидантною та геропротекторною дією*.

Органічні кислоти, які утворюються в процесі ферментації молочних продуктів, стимулюють секреторну діяльність шлунково-кишкового тракту.

Мінеральні речовини (кальцій, калій, фосфор, натрій, йод, марганець, магній, залізо, фтор) необхідні для нормального протікання фізіологічних та біохімічних процесів в організмі людини, функціонування нервової та серцево-судинної систем, для підтримки кислотно-лужної рівноваги, активування ферментних систем.

Глікозиди та ізопреноїди є попередниками гормонів в організмі людини, в т.ч., стероїдних, які забезпечують функціонування багатьох систем, зокрема, шлунково-кишкового тракту, системи дихання, антиоксидантної системи захисту тощо.

Амінокислоти та фізіологічно активні пептиди здійснюють суттєвий вплив на діяльність нервової, кровоносної, серцево-судинної систем, тому використовуються як антистресові та антиоксидантні препарати, здатні

пригнічувати шлункову секрецію та моторику, стимулювати розвиток корисної мікрофлори тощо.

Ферменти отримали широке використання у технологіях функціональних продуктів харчування для розщеплення або вилучення небажаних компонентів, пригнічення розвитку сторонньої мікрофлори, формування структури продуктів тощо.

До функціональних продуктів відносять:

1. *Натуральні продукти харчування, які природно містять відповідні ФФХІ або їх групи (кисломолочні продукти, овес, ячмінь, висівки, насіння льону, спіруліна, натуральні соки тощо);*

2. *Натуральні продукти, в яких технологічно знижено вміст або з яких видалено шкідливі антихарчові компоненти, які ускладнюють прояви фізіологічної активності присутніх в них ФФХІ (продукти зі зниженим вмістом хлориду натрію, цукру, тваринних жирів, холестерину, протейногенних блокаторів тощо);*

3. *Традиційні продукти, що додатково збагачені функціональними інгредієнтами за допомогою різних технологічних прийомів (зернові, хлібобулочні, кондитерські, макаронні, консервовані продукти, напої та ін., збагачені вітамінами, харчовими волокнами, мінеральними речовинами, ПНЖК сімейств ω -3 та ω -6, про- та пребіотичними препаратами, фосфоліпідами, антиоксидантами, фізіологічно активними пептидами та іншими фітопрепаратами);*

4. *Природні або штучні продукти, які в результаті використання комбінацій вищезазначених способів набувають здатність позитивно впливати на одну або декілька функцій та метаболічних реакцій організму людини.*

В Україні основним способом розробки функціональних продуктів харчування є створення комбінованих продуктів із заданими властивостями шляхом збагачення традиційних.

Збагачення продуктів харчування, тобто їх фортificaція – це добавка до них будь-яких есенційних харчових речовин і мінорних компонентів: вітамінів, макро- і мікроелементів, харчових волокон, поліненасичених жирних кислот, фосфоліпідів і інших біологічно активних речовин природного походження з метою збереження або поліпшення харчової цінності окремих продуктів або раціонів для окремих груп населення.

Функціональні продукти поділяють за призначенням на спеціалізовані, лікувальні, лікувально-профілактичні, функціональні. Вони повинні бути безпечними для здоров'я споживача; мати заданий рівень харчової цінності; мати привабливий товарний вигляд і естетичне оформлення, із зазначенням спеціальних відомостей про якість продукту, напрямок його використання.

До збагачених продуктів відносять:

– *спеціалізовані продукти* для дітей, спортсменів, вагітних жінок, жінок що годують груддю, людей похилого віку, людей екстремальних професій: підводників, альпіністів, космонавтів;

– *лікувальні продукти* для хворих на цукровий діабет, ожиріння і ін. й *профілактичні продукти* для людей, що працюють на шкідливих виробництвах, проживають в екологічно несприятливих районах і схильних або вже страждаючих деякими захворюваннями (залізодефіцитними анеміями різної етіології, атеросклерозом і ін.);

– *функціональні продукти* для здорових людей і груп ризику. Вони призначені для широкого кола споживачів, мають вигляд звичайної їжі, які можуть і повинні споживатися регулярно у складі раціонів харчування.

4.1. Білки та амінокислоти. Їх значення в організмі людини

Білки – складні азотисті високомолекулярні сполуки, до складу яких входять амінокислоти. Вони належать до незамінних есенціальних речовин, без яких неможливе життя, ріст та розвиток організму. Вони є основною складовою частиною клітин усіх органів і тканин. Білки складають приблизно 20 % маси тіла людини і 50 % сухої маси клітин. Роль білків в

організмі людини надзвичайно велика, що зумовлено їх різноманітними фізіолого-гігієнічними функціями.

Основні функції білка в живому організмі:

Основне призначення білків їжі – побудова нових клітин і тканин, що забезпечує розвиток молодих організмів, які ростуть. У зрілому віці, коли процеси росту вже завершені, білки забезпечують процеси відновлення (регенерації) клітин, які зносилися. Білки входять до складу ядра, протоплазми, мембран клітини, усіх органів та тканин, тобто *пластична* функція білків є найважливішою.

Білки входять до складу усіх простих і складних ферментів, які *каталізують* всі біологічні реакції в організмі людини.

Деякі білки плазми крові та формених елементів виконують *транспорт газів* крові та продуктів обміну. Наприклад, білок крові гемоглобін транспортує кисень від легень до органів та тканин, а вуглекислий газ – від органів та тканин до легень. Транспорт жирних кислот в організмі відбувається за допомогою білка сироватки крові альбуміна. Деякі білки крові транспортують ліпіди, залізо, кальцій, стероїдні гормони.

Захисні реакції організму пов'язані з білками: зокрема, антитіла, які утворюються під час надходження в організм сторонніх речовин, є білками.

Білки утворюють із токсинами малоактивні комплекси, які виводяться з організму, отже, вони виконують *антитоксичну* функцію.

Процес коагуляції крові, який відбувається за участю білка сироватки крові – фібриногену, перешкоджає великим крововтратам. Це перетворення здійснюється за участю білка тромбіну і тромбокінази та інших факторів зсідання, які також є білками.

Внутрішні стінки стравоходу, шлунка вкриті захисним шаром слизових білків – *муцинів*.

Деякі гормони за своєю будовою належать до білків, наприклад інсулін – гормон підшлункової залози, а також гормони гіпофізу – АКТГ, оксітоцин, вазопресин, тобто білки виконують *гормональну* роль.

Будь-які форми руху в живому організмі (робота м'язів, рух протоплазми в клітині та ін.) здійснюються білковими структурами клітин (*моторна функція*).

Сухожилля, суглоби, кістки скелету, які виконують в організмі *опорну функцію*, здебільшого є білками.

Живі організми здатні утворювати *запасні відкладення* білків (овоальбумін яєць, казеїн молока, білки насіння рослин).

Білкам притаманна *рецепторна* функція, яка особливо присутня у глікопротеїнів. Вони виконують дуже важливу функцію визначення та приєднання окремих речовин.

При дефіциті в раціоні вуглеводів та ліпідів білок є джерелом енергії – *енергетична* функція. Під час окиснення 1 г білка виділяється 4 ккал тепла. В тканинах людини білки не відкладаються «про запас», тому необхідне щоденне їх надходження з їжею.

Без достатньої кількості білків не можуть бути використані вітаміни, мінеральні речовини, необхідні для процесу обміну речовин. Таким чином, білки відносяться до життєво необхідних речовин, без них неможливе життя, ріст та розвиток організму.

Білки беруть участь в *підтримці гомеостазу* – за їх участю підтримується єдиний баланс і нормальний рН біологічних середовищ організму.

4.1.1 Класифікація та характеристика харчових білків

У природі існує велика кількість білків, різних за хімічним складом та структурою, фізико-хімічними та біологічними властивостями. Зараз усі білки поділяють на дві групи – прості (протеїни) та складні (протеїди).

Протеїни – це білки, до складу яких входять лише залишки амінокислот. Протеїди складаються з простого білка та містять ще й інші небілкові компоненти – простетичні групи. Наприклад, до складу нуклеопротеїдів крім простого білка входять нуклеїнові кислоти. В складі ліпопротеїдів як простетична група містяться ліпіди.

Таблиця 4.1 – Класифікація харчових білків

Прості білки	Складні білки
Альбуміни	Хромопротеїди
Глобуліни	Металопротеїди
Протаміни	Нуклеопротеїди
Гістони	Фосфопротеїди
Проламіни	Ліпопротеїди
Кератини	Глікопротеїди
Колагени	Муцини, мукоїди
Еластини	
Глютеліни	

Альбуміни. Вони добре розчинні у воді, містяться у крові, лімфі, тканинному соку, клітинах тканин і органів усіх тварин, рослин, мікробів. Близько 50 % усіх білків сироватки крові становлять альбуміни.

Високий вміст альбумінів, близько 50 %, відмічається у білках молока (лактоальбумін) і білках яєць.

Найпоширенішими і найбільш вивченими простими білками є *альбуміни*. Вони містяться в крові, лімфі, тканинному соку, клітинах тканин і органів усіх тварин, рослин і мікробів. Альбуміни – добре розчинні у воді. Найбільш поширеними альбумінами є альбумін молока (лактальбумін) та альбумін сироватки крові. Близько 50 % усіх білків крові становлять альбуміни. Високий вміст альбуміну (до 50 %) також у білках яєць.

Глобуліни також дуже поширені серед білків продуктів харчування. Вони містять усі амінокислоти. Майже завжди знаходяться разом з альбумінами. Глобулінів багато в крові, різних органах, тканинах і рідинах людини і тварин. Їх багато у бобових і в насінні олійних рослин (соняшнику). На відміну від альбумінів глобуліни майже зовсім не розчиняються у воді, але добре розчиняються у водних розчинах солей, лугів і кислот. Глобуліни крові розділяються на кілька фракцій, найважливішими з яких є α -, β - і γ -глобуліни.

Протаміни та гістони – білки більш простої будови, містять менше амінокислот ніж альбуміни й глобуліни.

Проламіни – це прості білки, добре розчинні у воді та сольових розчинах. У своєму складі містять багато проліну і глютамінової кислоти. Вони є у складі злаків, де виконують роль запасних речовин. Проламіни мають специфічну назву відповідно до того джерела, з якого вони були виділені: *гліадін* – білок пшениці і жита, *гордеїн* – білок ячменя, *зеїн* – білок кукурудзи.

Кератини – білки шкіри, волосся, рогів і копит. Практично не розчиняються у водних, кислотних, лужних та сольових розчинах. Містять мало лізину, гістидину і серину, але багато цистину. У воді кератини здатні набухати. В харчовій промисловості використовуються для одержання суміші амінокислот кислотним або лужним гідролізом.

Колагени – білки сполучної тканини, становлять 1/3 усіх білків організму людини. Є компонентами сухожиль, зв'язок, хрящів, кісток, шкіри, луски риб. Вони нерозчинні у воді, але легко набухають з утворенням гелів. При кип'ятінні у воді утворюють желатин.

Еластини – білки сполучної тканини, складають основу сухожиль та зв'язок. Нерозчинні у воді і не здатні набухати навіть при нагріванні. За своїми властивостями еластини міцніші порівняно з колагенами.

Глютеліни – специфічні білки рослин, містяться у насінні маку та інших культур, а також у зелених частинах рослин. Найпоширеніші глютеліни – гліадин пшениці, зеїн кукурудзи, гордеїн ячменю, авенін вівса. Гліадин пшениці утворює клейковину, властивості якої значною мірою визначають технологічні якості борошна й тіста.

Хромопротейди – складні білки, молекули яких складаються з простого білка та забарвленої простетичної групи, яка може бути представлена атомом заліза, міді, магнію, флавоноїдами. Найважливішим хромопротейдом є гемоглобін еритроцитів крові, який транспортує кисень з легень до органів і тканин організму, а вуглекислий газ – від органів та тканин до легень. Його

молекула складається з білка глобіну та забарвленої речовини-гема, яка містить залізо. Депонує кисень і передає його іншим системам організму хромопротеїд міоглобін (білок м'язів). До хромопротеїдів належить також хлорофіл рослин.

Металопротеїди – це складні білки, які містять метали. Вони відносяться до класу хромопротеїдів. Найбільш вивчені феритин печінки та селезінки, трансферин сироватки крові (містять залізо), а також церулоплазмін сироватки крові (містить мідь), ферменти цитохромоксидаза (містить залізо), ксантинооксидаза (містить молібден) та глутатіон-пероксидаза (містить селен).

Нуклеопротеїди – складні білки, до складу яких крім білка входять нуклеїнові кислоти. Поділяються вони на рибонуклеопротеїди та дезоксирибонуклеопротеїди в залежності від того, яка нуклеїнова кислота та вуглевод входить до їхнього складу.

Фосфопротеїди – складні білки, які складаються з простих білків і ортофосфорної кислоти. Найбільше значення мають такі фосфопротеїди, як казеїн і пепсин. Казеїн – білок молока і молочних продуктів. Він не розчиняється у воді. Під дією кислот випадає в осад, що використовується для виготовлення сирів. Пепсин – основний фермент шлункового соку. Розкладає білки їжі до пептонів та альбумоз. Виробляється головними клітинами дна шлунка у вигляді неактивного пепсиногену. Після відщеплення від нього пептиду, що гальмує його активність, перетворюється на активний фермент. Представниками фосфопротеїдів є також вітелін – білок жовтка, іхтулін – білок рибацької ікри, пепсин. Фосфопротеїди мають особливе значення для зростаючого покоління.

Ліпопротеїди – складні білки, молекули яких складаються з простого білка і ліпідів. Розчинні у воді. Ліпопротеїди є основою клітинних мембран, мієлінових оболонки нервових волокон, хлоропластів. Забезпечують транспортування ліпідів і жиророзчинних вітамінів. Залежно від швидкості осадження при центрифугуванні ліпопротеїди сироватки крові поділяють на

4 види: ліпопротеїди високої, низької, дуже низької густини та хіломікрони. Високий вміст ліпопротеїдів високої густини у крові розглядається як антисклеротичний фактор.

Глікопротеїди – складні білки, які складаються з простого білка і вуглеводної простетичної групи (гіалуронова, хондроїтин-сірчана кислоти, гепарин, деякі інші глікополісахариди). Ці білки містяться у всіх тканинах тварин і рослин, у мікробах. Найбільше значення з цієї групи мають муцини й мукоїди.

Муцини виконують захисну функцію. Вони являють собою слизові виділення епітелію слизових оболонок травного каналу, дихальних і сечостатевого шляхів, слинних залоз. До цієї групи складних білків відносяться також *мукоїди*. Вони являють собою глікопротеїди, які містяться в хрящовій та кістковій тканинах, а також у білку яєць.

Всі білки побудовані з 20 α -амінокислот, які з'єднані між собою пептидним зв'язком.

4.1.2. Амінокислоти та їх значення в життєдіяльності організму

Амінокислоти – основні складові частини та структурні компоненти білків. З'єднуючись між собою в різних комбінаціях, вони утворюють білки різноманітної будови та властивостей.

Харчова цінність білків зумовлена вмістом і кількісним співвідношенням окремих амінокислот. Нині виділено і описано понад 130 амінокислот. У продуктах харчування міститься лише 20. Амінокислоти, які виявлено в харчових продуктах залежно від впливу їх на процес росту, поділяються на дві групи: замінні й незамінні. До незамінних (есенціальних) амінокислот належать лізин, валін, триптофан, лейцин, ізолейцин, метіонін, фенілаланін, треонін та. Аргінін та гістедин є незамінними амінокислотами у дітей. Деякі автори пропонують віднести до незамінних ще й цистеїн та тирозин.

Основним критерієм визначення біологічної цінності амінокислот є їхня здатність підтримувати зростання тварин. Вилучення з основного раціону

хоча б однієї з незамінних амінокислот призводить до гальмування зростання та зменшення маси тіла, адже незамінні кислоти не синтезуються в тваринному організмі або синтезуються із швидкістю, яка є недостатньою і не відповідає обміну речовин, щоб забезпечувати пластичні й регенеративні процеси, пов'язані з утворенням нових клітин і тканин. Незамінні амінокислоти повинні надходити у готовому вигляді з білками їжі. Замінні амінокислоти можуть синтезуватися в організмі і таким чином доповнювати надходження їх з їжею, а в разі відсутності їх у їжі повністю компенсувати їх нестачу за рахунок ендogenous синтезу.

Залежно від вмісту незамінних амінокислот білки поділяються на повноцінні та неповноцінні. *Повноцінні* білки містяться у більшості продуктів тваринного походження. Більшість білків рослинного походження, крім білків бобових, горіхів, насіння соняшнику, картоплі, є *неповноцінними*. Вони містять мало лізину, ізолейцину і треоніну.

Основною функцією амінокислот є участь їх у синтезі білків, тобто білкова функція. Крім білкових функцій, амінокислотам властиві небілкові функції. Одна з них це участь в утворенні нейромедіаторів – хімічних сполук, за допомогою яких здійснюється передача нервового імпульсу в синапсах нервових клітин. Так, джерелом нейромедіатора серотоніну є амінокислота триптофан; норадреналін утворюється з тирозину. Джерелом медіатора гістаміну є гістидин.

Другою небілковою функцією амінокислот є активна участь їх в ендокринних функціях організму людини, а також вплив на процеси старіння та розвиток захворювань. Відомо, ще амінокислоти беруть участь у синтезі багатьох гормонів не тільки білкової, але й стероїдної будови, а також гормонів щитовидної залози. Небілкові функції незамінних амінокислот чітко виявляються при їх дефіциті в харчовому раціоні, коли може порушуватися синтез життєво важливих сполук і виникати захворювання організму.

До функціональних інгредієнтів їжі відносять незамінні амінокислоти.

Лізин. Оскільки основна метаболічна функція лізину полягає в його інкорпорації в білки тканин, то в основі змін, які виникають в організмі при його дефіциті, є порушення синтезу білків. Це – білкова функція лізину. Крім того, лізин перетворюється в організмі на оксилізин – амінокислоту, яка міститься тільки в колагені. Звідси стає зрозумілою важлива функція, яку виконує лізин у процесах утворення сполучної тканини.

При нестачі лізину в харчових раціонах порушується також процес кровотворення, зменшується концентрація гемоглобіну та кількість еритроцитів у крові. Недостатній вміст лізину в більшості рослинних продуктів, зокрема у зернових, – основна причина їх зниженої біологічної цінності. Основними джерелами лізину є м'ясо, риба, молочні продукти.

Валін. Дефіцит валіну призводить до втрати апетиту, а також до порушення координації рухів, підвищеної чутливості шкіри (гіперестезія). Введення валіну до харчового раціону ліквідує ці зміни. Валін бере участь у синтезі алкалоїдів, пантотенової кислоти. Значну кількість валіну містять еластин, казеїн молока та міоглобін м'язів.

Гістидин відіграє важливу роль в утворенні гемоглобіну. При нестачі гістидину знижується рівень його в крові. При декарбокسيلюванні цієї амінокислоти утворюється гістамін – сполука, яка відіграє важливу роль у розширенні судин і збільшенні проникності їхньої стінки. Нестача гістидину, як і його надлишок, погіршує умовно-рефлекторну діяльність та роботу нирок, призводить до розвитку анемії (гальмується синтез гемоглобіну), до порушення функції м'язів, тому що гістидин входить до складу активних центрів багатьох ферментів.

Лейцин відіграє важливу роль як проміжна сполука при біосинтезі холестерину, стероїдів. При нестачі лейцину у тварин, крім гальмування процесів росту, виявлено патологічні зміни в нирках і щитовидній залозі. В білках лейцин міститься в незначній кількості. На нього багаті овоальбумін, міозин, казеїн, фібрин. Він використовується при лікуванні анемії.

Метіонін відіграє важливу роль у нормалізації процесів метилування та трансметилування. Метіонін – основний донатор лабільних металевих груп, які використовуються в організмі для цих процесів.

Металеві групи метіоніну використовуються для синтезу холіну – сполуки, яка має велику біологічну активність і є найбільш сильним ліпотропним засобом, що запобігає ожирінню печінки. Крім того, метіонін – один з основних донорів металевих груп при синтезі вуглеводів, клітинних оболонок рослин, а також адреналіну, креатину, стеринів і джерел сірки при утворенні вітаміну В₁. Як ліпотропна речовина він впливає на обмін жирів та фосфоліпідів у печінці і, таким чином, відіграє важливу роль у запобіганні та лікуванні атеросклерозу. Встановлений зв'язок метіоніну з обміном вітаміну В₁₂ та фолієвої кислоти, які стимулюють відокремлення металевих груп від метіоніну, забезпечуючи таким чином синтез холіну в організмі. Метіонін відіграє важливу роль у функції надниркових залоз. Джерелом метіоніну є багато харчових продуктів, насамперед молочний білок (у 100 г казеїну міститься близько 3 г метіоніну).

Триптофан найбільше зв'язаний з процесами тканинного синтезу. Є дані про важливу роль його в утворенні білків сироватки, а також гемоглобіну. Триптофан тісно зв'язаний з обміном нікотинової кислоти і необхідний для її утворення. Виходячи з цього, дефіцит триптофану при пелагрії відіграє не меншу роль, ніж нестача нікотинової кислоти.

Основними джерелами триптофану є тваринні продукти (м'ясо, риба, сир, яйця). В 100 г цих продуктів міститься близько 0,2 г триптофану.

Білки сполучної тканини (колаген, еластин, желатин) не містять триптофану. Білки бобових культур, особливо сої, містять багато триптофану. Мало його в злакових культурах. Дуже мало його в білках кукурудзи; при переважному харчуванні кукурудзою створюються умови, сприятливі для розвитку пелагрії.

Після декарбоксілювання триптофану утворюється триптамін – регулятор кров'яного тиску та інших процесів в організмі.

Триптофан може викликати снодійний ефект або впливати на тривалість сну, тому що він є джерелом для утворення нейромедіатора серотоніну. При згодовуванні триптофандефіцитного раціону знижується рівень серотоніну в тканині мозку, виникає затримка процесів росту і старіння, збільшується тривалість життя. Зменшення рівня серотоніну в тканинах мозку відбувається не тільки при абсолютному зменшенні триптофану в раціоні, а й при підвищенні споживання таких його конкурентів, як лейцин, ізолейцин, фенілаланін, тирозин, валін.

Фенілаланін зв'язаний з функцією *щитовидної залози* та надниркових залоз. Дає ядро для синтезу *тирозину* – основної амінокислоти, з якої утворюються йодвмісні гормони щитовидної залози. З тирозина утворюється адреналін. Високий вміст фенілаланіну в інсуліні.

Аргінін відіграє значну роль у білковому обміні. Він бере участь в утворенні сечовини та креатину. У значній кількості міститься у білках – гістонах і протамінах. Його багато в ембріональній тканині та пухлинах.

4.1.3. Показники біологічної цінності білків

Біологічна цінність відображає якість білків, які містяться у продукті: амінокислотний склад, зокрема, *наявність незамінних амінокислот, їх співвідношення із замінними*. Для засвоєння білків має значення *швидкість атакованості травними ферментами* (перетравлення у травному тракті). Для оцінки якості харчових білків має значення також наявність у них фракцій *антипротеаз, антивітамінів та факторів*, що призводять до *алергії*; наявність у продуктах й інших життєво важливих біологічно активних речовин (вітамінів, мінеральних елементів та ін.). Чим вище біологічна цінність їжі, тим більше вона відповідає фізіологічним потребам організму.

Дуже важливе достатнє надходження із їжею замінних амінокислот, бо через їх брак у раціоні для утворення тканинних білків витрачаються у збільшеній кількості незамінні амінокислоти. Таким чином, має значення не тільки визначена збалансованість незамінних амінокислот у продукті, але й співвідношення їх із замінними амінокислотами. Дотримання цієї вимоги сприятиме задоволенню потреби у незамінних амінокислотах внаслідок їх збереження.

Комітет із харчування та сільського господарства при ООН (ФАО)¹ запропонував стандарти збалансованості незамінних амінокислот для людей, які ростуть, та людей у вікових періодах, коли процеси росту припиняються. Величини потреби, наведені в цих стандартах, близькі до природної збалансованості незамінних амінокислот у білку яєць та жіночого молока («ідеальний білок»).

Джерелами біологічно цінних білків є молоко та молочні продукти, яйця, м'ясо, риба, печінка та субпродукти першої категорії. Біологічна цінність продуктів рослинного походження значно нижча.

За вмістом білка харчові продукти поділяють на такі групи: із значним вмістом (>15 % маси) – тверді сири (26 %), квасоля (22 %), кролятина (21 %), яловичина (19...20 %), птиця (18...21 %), м'які сири (18 %); із великим вмістом (10...15 % маси) – свинина (15 %), яйця (13 %), ковбаси (10...12 %); із помірним вмістом (5...10 % маси) – крупи (1...10 %), хлібобулочні вироби (6...8 %).

За амінокислотним складом білки сої, картоплі, рису та жита наближаються до тваринних білків.

Для вивчення потреби організму в білках вимірюють їх баланс, тобто порівнюють кількості білків, які надійшли до організму, та виділених продуктів їх розпаду.

У здорової дорослої людини при повноцінному раціоні харчування існує *азотиста рівновага*, тобто кількість азоту спожитих білків дорівнює кількості азоту у сечі. Для перерахунку цей показник помножують на 6,25.

У молодому зростаючому організмі переважають пластичні процеси, йде накопичення білкової маси м'язів, утворюються гормони та ферменти. В результаті цього спостерігається *позитивний азотистий баланс*, тобто азоту з організму виводиться менше, ніж надходить з їжею. При недостатці білків у раціоні, а також у людей похилого віку та старих азотистий баланс стає

¹ ФАО – від англ. FAO – Food Agriculture Organization

негативним. Такий азотистий баланс з'являється також при недостатці будь-якого незамінного нутрієнту: амінокислот, вітамінів, мінеральних речовин, а також при порушенні засвоюваності їжі внаслідок деяких захворювань. Тривалий *негативний азотистий баланс* призводить до загибелі організму.

Для визначення біологічної цінності білків використовують хімічні, біологічні (у тому числі мікробіологічні) та розрахункові методи. *Хімічні методи* засновані на експериментальному визначенні кількості всіх амінокислот, які містяться у досліджуваному продукті, наприклад, на амінокислотному аналізаторі. Отримані дані порівнюють з гіпотетичним «ідеальним» білком, повністю збалансованим за амінокислотним складом. ФАО/ВООЗ запропонувала стандартну амінокислотну шкалу, з якою порівнюють склад досліджуваного білка. Підраховують відсотковий вміст кожної з амінокислот відносно її вмісту в білку, який прийнято за стандарт («ідеальний білок») за формулою:

$$\text{Амінокислотний скор} = \frac{\text{Мг АК в 1 г досліджуваного білка}}{\text{Мг АК в 1 г ідеального білка}} \times 100 \%$$

Розрахунок виражають або у частках одиниці, або у відсотках. Це значення назване *амінокислотним числом – скором (скор-рахунок)*. Амінокислотою, що обмежує біологічну цінність білка, вважається та, скор якої (%) має найменше значення.

Амінокислотне число білків основних продуктів: куряче яйце – 1; коров'яче молоко – 0,95; соя – 0,55; рис – 0,67; пшениця – 0,53.

Звичайно розраховують скор для трьох найбільш дефіцитних амінокислот (триптофан, лізин, метіонін – 1:3:3). У курячих яйцях та жіночому молоці скор для всіх есенціальних амінокислот близький до 100 %.

Вірогідність результатів, отриманих за допомогою цього методу, залежить від амінокислотної шкали, яка приймається за ідеальну. Прийнято (ФАО/ВООЗ), що 1 г «ідеального» білка містить (мг):

Ізолейцину	– 40
Лейцину	– 70
Лізину	– 55
Сірковмісних сполук (метіонін та цистін)	– 35
Ароматичних сполук фенілаланін + тирозин	– 60
Трипрофану	– 10
Треоніну	– 40
Валіну	– 50

Використовують також відношення суми незамінних амінокислот до суми замічних. Цей показник не повинен бути нижче 0,4.

Більш точну оцінку біологічної цінності надає використання такого показника, як КРАС (коефіцієнт рахунку амінокислотного скору).

КРАС показує середню величину надлишку амінокислотного скору незамінних амінокислот в порівнянні з найменшим рівнем скору якої-небудь незамінної амінокислоти (надмірна кількість незамінних амінокислот, не використовуваних на пластичні потреби).

Розрахунок проводиться за формулою:

$$КРАС = \frac{\sum \Delta PAC}{n},$$

де n – кількість незамінних амінокислот;

ΔPAC – відмінність амінокислотного скору амінокислоти, %;

$$\Delta PAC = C_n - C_{\min}$$

де C_n – амінокислотний скор n -ої незамінної амінокислоти, %;

C_{\min} – мінімальний із скорів незамінних амінокислот досліджуваного білка по відношенню до еталону %;

В такому разі біологічна цінність (БЦ) харчового білка (%) визначають за формулою:

$$\text{БЦ} = 100 - \text{КРАС}$$

Основний принцип поліпшення амінокислотного складу білків полягає в додаванні першої лімітуючої амінокислоти в такій кількості, щоб загальний вміст цієї амінокислоти у білку був збалансований з кількістю іншої лімітуючої амінокислоти відповідно до формули потреби. Кількість першої і другої лімітуючих амінокислот повинна певним чином співвідноситися з кількістю третьої і т. д. У більшості випадків для досягнення необхідного ефекту достатньо враховувати тільки три перші лімітуючі амінокислоти.

Для задоволення потреб організму в амінокислотах доцільно використовувати комбінації харчових продуктів за принципом доповнення лімітуючих амінокислот, наприклад зернових молочними продуктами. Введення молочних продуктів сприяє більш повному засвоєнню білка зернових продуктів, який внаслідок дефіциту лізину засвоюється не більш ніж на 60 %.

Біологічна цінність білків залежить також від ступеня *доступності* окремих амінокислот, який може знижуватися при наявності інгібіторів протеолітичних ферментів (наприклад, у бобових), а також при пошкодженні білків в процесі теплової обробки.

Важливим показником харчової цінності білків є їх *атакованість травними ферментами* – властивість підлягати гідролізу у шлунково-кишковому тракті. Перетравлення білків тваринного походження краще, ніж рослинних. Різне також засвоєння продуктів гідролізу білків організмом. У середньому білки їжі засвоюються на 92 %; засвоєння білків тваринного походження складає 97 %, рослинних – лише 83...85 %. Це зумовлено значним вмістом баластних речовин у продуктах рослинного походження. Підсилюючи перистальтику кишечника, ці речовини сприяють більш швидкому виведенню амінокислот, що не всмокталися, з організму. Крім

того, целюлоза, яка входить до складу клітинних оболонок, погіршує проникнення травних ферментів усередину клітин.

Для більш повного використання білків організмом необхідно ліквідувати їх *антипротеазну, антивітаміну активність та алергізувальну дію*, що досягається достатньою тепловою обробкою.

Під час вибору джерел білків у харчовому раціоні треба враховувати, що при наявності в них нуклеопротеїнів у травному тракті звільняються нуклеїнові кислоти. Кінцевим продуктом обміну цих сполук у тканинах є сечова кислота. Внаслідок поганої розчинності вона може затримуватися в організмі, особливо при обмеженні фізичної активності, а також у людей похилого віку, що сприяє розвитку подагри.

4.1.4. Рекомендовані середні норми білків у добовому раціоні

В Україні прийнято норми білків, згідно з якими завдяки білку їжі забезпечується 11...13 % загальної енергетичної потреби організму; 50 % білка рекомендованої норми повинно бути тваринного походження.

Потреба у білку залежить від віку, статі, характеру трудової діяльності, кліматичних та національних особливостей харчування. Експериментально встановлений *білковий мінімум*: у балансових дослідженнях визначають при якому мінімальному надходженні білків з їжею встановлюється азотиста рівновага. Білковий мінімум дорівнює 0,3...0,4 г/добу ідеального білка на 1 кг маси тіла.

У дорослої, практично здорової людини азотиста рівновага підтримується при надходженні за 1 добу з їжею не менше 55...60 г білка, біологічна цінність якого дорівнює 70 %.

Однак, за різних обставин втрата білків у організмі може підсилуватись і, тоді споживання їх у межах встановленого мінімуму призведе до негативного азотистого балансу. Через це, згідно з рекомендацією FAO/WHO, білка потрібно вживати 85...90 г/добу.

Достатній склад білків в харчуванні покращують протидію організму шкідливим факторам, забезпечує нормальний ріст, психічний і фізичний

розвиток. У середньому потребу в білку визначають рівною не менше ніж 1 г харчового білка на 1 кг ваги тіла. Рекомендовані норми добових потреб в білках для різних груп дорослого працездатного населення України згідно з наказом Міністерства охорони здоров'я України наведено в табл. 4.2.

Потреба дітей у білку значно вища, ніж у дорослих. Вона складає від 4 до 1,5 г/кг маси тіла у зв'язку з перевагою в організмі пластичних процесів. Зростає потреба у білку при важкій фізичній праці, вагітності, лактації. Забезпечення білками – проблема суто соціальна, особливо щодо дітей.

Надмірний вміст білків у раціоні харчування призводить до збільшення утворення аміаку у тканинах, токсичних продуктів у товстому кишечнику, підвищення навантаження на печінку, у якій відбувається їх знешкодження, і на нирки, через які вони виводяться з організму.

Тривала *білкова нестача* аліментарного походження призводить до пригнічення функції гіпофізарно-надниркової системи, послаблення процесу гальмування в центральній нервовій системі, погіршення процесу утворення умовних рефлексів, зниження функції щитовидної залози. При низькому рівні білка в раціоні знижується рівень альбумінів у крові, зростають втрати амінокислот із сечею. Відіграють роль і метаболічні порушення, що виникають при білковій недостатності, обумовлені глибокими змінами активності різних ферментних систем клітин.

Таблиця 4.2 – Рекомендовані норми добових потреб в білках згідно із наказом Міністерства охорони здоров'я України від 18.11.99 р. № 272

Добова потреба в білках чоловіків					Добова потреба в білках жінок				
Групи інтенсивності праці	КФА	Вік, років	білки, г		Групи інтенсивності праці	КФА	Вік, років	білки, г	
			усього	у тому числі тваринні				усього	у тому числі тваринні
I	1,4	18...29	67	37	I	1,4	18...29	55	30
		30...39	63	35			30...39	52	29
		40...59	32	32			40...59	50	28
II	1,6	18...29	77	42	II	1,6	18...29	61	34
		30...39	73	40			30...39	59	32
		40...59	69	38			40...59	58	32
III	1,9	18...29	91	50	III	1,9	18...29	72	40
		30...39	87	48			30...39	70	39
		40...59	81	45			40...59	69	38
IV	2,3	18...29	107	59	IV	2,2	18...29	84	46
		30...39	102	56			30...39	81	45
		40...59	96	53			40...59	78	43

Велику увагу приділяють також нетрадиційним джерелам білків (вижимки соняшника, бавовни, рапсу, кунжуту, насіння томатів, винограду, кукурудзи тощо), які не використовуються або використовуються недостатньо.

Донедавна важливим джерелом білка вважали рибні й нерибні продукти світового океану. Однак, його ресурси небезмірні. Промисли основних видів риб перевищили допустимий рівень, який забезпечує відтворення.

Значне розповсюдження в харчуванні різних контингентів населення отримали нерибні продукти моря та вироби з них.

На ступінь засвоєння організмом харчових речовин, у тому числі білків, значно впливають характер та тривалість кулінарної обробки продуктів. Застосовуючи ті чи інші її способи можна підвищити ступінь засвоєння харчових речовин і знизити кількість їжі, що вживається або, навпаки, погіршити її засвоєння. Денатурація білкових молекул, яка викликається тепловим впливом, кислотами (під час маринування), збиванням, полегшує доступ травних ферментів до пептидних зв'язків та поліпшує таким чином засвоєння цих харчових речовин.

Після нагрівання продукту (t^0 не вище 70^0 C) перетравлення відбувається найбільш інтенсивно, але цього недостатньо для того, щоб довести страву до повної готовності. При нагріванні до 100^0 C, що передбачено технологією приготування їжі, білки сильніше ущільнюються за умови тривалішої теплової обробки і вищої температури, але це погіршує умови дії протеолітичних ферментів. Подовження термінів теплової обробки тваринних продуктів викликає також помітне погіршення поживної цінності білків, які в них містяться, внаслідок руйнування низки незамінних амінокислот. Для виявлення доступності амінокислот дії протеолітичних ферментів використовують методи мікробіологічного аналізу та визначення доступності лізину.

Надмірна тепла обробка (наприклад, смаження) погіршує засвоєння білків, внаслідок їх надмірної денатурації, яка ускладнює проникнення ферментів через щільну шкірку, що утворюється на поверхні продуктів.

Варене м'ясо або риба засвоюються краще, ніж смажені, тому що сполучна тканина, яка міститься в них, під час варіння набуває желеподібного стану, білки при цьому частково розчиняються у воді та легше розщеплюються протеолітичними ферментами. Подрібнення м'яса, риби полегшує процес травлення, тому страви з котлетної маси засвоюються краще, ніж із натурального м'яса.

Найбільш реальний шлях забезпечення продуктами харчування населення Землі – збереження та примноження природних біоресурсів суші завдяки застосування інтенсивної форми господарювання, в тому числі використання безвідходних технологій в галузях харчової промисловості.

Оскільки різні тварини повертають до людини у вигляді м'яса лише 15...20 % білка, що було вжито з кормом, головним завданням сільськогосподарської біотехнології майбутнього буде отримання біологічно цінного білку з рослинних продуктів поза тваринним організмом.

У даний час назріла необхідність перегляду низки традиційних рецептур, підбору доцільного (з позиції фізіології харчування) поєднання продуктів у стравах, використання адекватних методів технологічної обробки, які економлять біологічну та харчову цінність сировини, поліпшують засвоєння організмом її компонентів.

Питання для самоперевірки та контролю

1. Які функції виконують білки в організмі людини?
2. На які групи розподіляють білки?
3. Що таке біологічна цінність білків?
4. Яка кількість білка необхідна різним верствам населення?
5. До яких наслідків призводить нестача та надлишок білка в раціоні?
6. Які продукти є джерелами біологічно цінних білків?
7. Як змінюються властивості та засвоєння білків під впливом технологічної обробки?

4.2. Ліпіди та їх значення в організмі людини

Ліпіди – це група органічних речовин, різних за своєю хімічною будовою, що не розчиняються у воді, розчиняються в органічних розчинниках (спирті, ефірі, хлороформі, ацетоні, бензолі та ін.). Вони широко розповсюджені в природі. Вегетативні частини рослин накопичують близько 5 % ліпідів, насіння – до 50 % і більше. В організмі людини міститься в середньому 10...20 % жиру, але при деяких порушеннях жирового обміну його кількість може зростати до 50 %.

В організмі людини жир перебуває в двох видах: структурний (протоплазматичний жир) та резервний, або жир жирових «депо».

Структурний жир в клітинах входить до складу особливих сполук або складних, відносно міцних сполук з білками – *ліпопротеїнові комплекси*. Вони беруть участь в побудові клітинних органел – ядра, рибосом, мітохондрій.

Кількість протоплазматичного жиру підтримується в органах та тканинах на постійному рівні, який не змінюється навіть під час голодування.

Резервний (запасний) жир накопичується в жирових «депо»: під шкірою (підшкірний жировий шар), в черевній порожнині (сальник), навколо нирок (навколонирковий жир).

Ступінь накопичення резервного жиру залежить від ряду причин: характеру харчування, рівня енерговитрат, віку, статі, конституційних особливостей організму, діяльності залоз внутрішньої секреції. Так, важка фізична праця, деякі захворювання, недостатнє харчування сприяють зменшенню кількості запасного жиру. Навпаки, надмірне харчування, гіподинамія, зниження функції статевих та щитовидної залоз приводять до збільшення кількості резервного жиру. Він також здатен утворювати ліпопротеїнові комплекси, однак вони нестійкі, тому кількість цього жиру швидко зменшується під час голодування. В запасному жирі постійно відбуваються синтез та розпад. Крім того він є джерелом оновлення внутрішньоклітинного структурного жиру.

Ліпіди виконують в організмі такі основні функції.

Вони є джерелами енергії: при окисненні в організмі 1 г жиру виділяється 9 ккал тепла, тобто вони виконують енергетичну функцію.

Ліпіди входять до складу мембран клітин усіх тканин, тобто виконують *структурну функцію*. Мембранні структури клітин, що утворені двома шарами фосфоліпідів та білковим прошарком, містять ферменти, за участю яких забезпечується упорядкованість потоків метаболітів в клітини та з них.

До групи ліпідів відносять деякі гормони: статеві, кори надниркових, які виконують регуляторну роль, а також вітаміни групи D.

Ліпіди шкіри та внутрішніх органів захищають тіло від переохолодження, тому що перешкоджають віддачі тепла, а також від механічного пошкодження деяких внутрішніх органів (наприклад, нирок).

Ліпіди, які виділяються сальними залозами, надають шкірі еластичність, охороняють її від висихання та розтріскування.

Ліпіди є *джерелами води* в організмі. Так, під час окислення 100 г жиру виділяється 107 г ендогенної води, що має особливе значення в екстремальних умовах, наприклад, при недостатньому надходженні її ззовні.

Ліпіди є джерелами вітамінів А, D, Е, К та сприяють їх засвоєнню.

4.2.1. Класифікація та характеристика ліпідів і жирних кислот

Харчові жири являють собою ефіри гліцерину та вищих жирних кислот. Ліпіди поділяють в залежності від кількості жирних кислот на моноацилгліцериди, діацилгліцериди, триацилгліцериди. Триацилгліцериди характерні для організму тварин та людини.

За хімічним, фізико-хімічним та елементним складом ліпіди поділяють на прості, складні та похідні.

До *простих ліпідів* відносять ліпіди, які побудовані із залишків спиртів та вищих жирних кислот. Найпоширенішими з цієї групи є *нейтральні жири* (гліцериди) та воски.

Група *складних ліпідів* характеризується наявністю в молекулі, крім спиртів і вищих жирних кислот, фосфорної або сірчаної кислот, вуглеводів та деяких інших компонентів. Основними представниками цієї групи ліпідів є

фосфоліпіди, ліпопротеїни, стероїди. До групи *похідних ліпідів* відносять каротини, жиророзчинні вітаміни та ін.

Розрізняють тваринні жири та рослинні олії, що відрізняються за складом та властивостями. Джерелом тваринних жирів є сало свиней, вершкове масло, жирна свинина, ковбаси, сметана, тверді сири та ін. Найважливішим компонентом, який визначає властивості жирів, є жирні кислоти, що містять, як правило, парне число атомів вуглецю.

4.2.2. Функціональні інгредієнти жирів

Жирні кислоти, які входять до складу жирів, діляться на дві великі групи: насичені – граничні та ненасичені – неграничні, які містять подвійні зв'язки. Від кількості подвійних зв'язків у молекулі залежать всі основні властивості ненасичених жирних кислот. Найбільше значення за ступенем поширення в продуктах та властивостями мають стеаринова (C_{17}), пальмітинова (C_{15}) (насичені), олеїнова ($C_{18:1}$), ліолева ($C_{18:2}$), ліоленова ($C_{18:3}$), арахідонова ($C_{20:4}$), ейкозапентаєнова ($C_{20:5}$) (ненасичені). Насичені жирні кислоти в великій кількості знаходяться в складі тваринних жирів (вони складають до 50 % баранячого, яловичого жирів). Надлишок у раціоні жирів, що багаті на них, сприяє порушенню обміну ліпідів та підвищенню вмісту холестерину в крові.

Ненасичені жирні кислоти (НЖК) завдяки нестійким подвійним зв'язкам між атомами Карбону легко вступають у хімічні реакції. Ненасичені жирні кислоти знаходяться в горіхах, продуктах моря, вівсяній та гречаній крупах. У багатьох оліях вміст їх доходять до 80...90 % (соняшникова, кукурудзяна, льняна, маслинова). *Ліолева та ліоленова кислоти* не синтезуються в організмі людини, а арахідонова кислота може утворюватись з ліолевої за участю вітаміну B_6 .

Дуже важлива біологічна роль належить поліненасиченим жирним кислотам (ПНЖК). Вони беруть участь як структурні елементи в фосфоліпідах, ліпопротеїнах клітинних мембран; входять до складу сполучної тканини та оболонки нервових волокон. ПНЖК впливають на обмін холестерину, стимулюючи його окиснення та виділення з організму, а також утворюють з

ним розчинні ефіри, які спричиняють нормалізуючу дію на стінки кровоносних судин. Крім того, вони беруть участь в обміні вітамінів групи В (піридоксину та тіаміну); стимулюють захисні механізми організму (підвищують стійкість до інфекційних захворювань та дії радіації і т. ін.). З ПНЖК утворюються клітинні гормони-простагландини.

Існує два головних класи поліненасичених жирних кислот – ω -3 (омега-3) клас, ω -6 (омега 6) клас і один головний клас мононенасичених жирних кислот – ω -9 (омега-9). Відмінністю між цими групами є положення подвійного зв'язку в углеродному ланцюзі.

Жирні кислоти класу ω -3. До ω -3-жирних кислот відносяться α -ліноленова, ейкозапентаєнова (ЕПК) та докозагексаєнова (ДГК) кислоти, які присутні, в основному, у рибі, а також в невеликих кількостях можуть синтезуватися в організмі з α -ліноленової кислоти. У деяких органах тварин (очах, мозку, сім'яниках і наднирковниках) міститься значна кількість цих специфічних кислот (можливо, тому деякі народи вважають ці органи незвичайним делікатесом).

Джерела надходження в організм ω -3 жирних кислот: скумбрія, оселедець, сардини, тунець, форель, лосось, шпроти, кефаль, палтус, окунь, короп, кальмари, анчоуси.

Морські молюски, устриці і равлики містять високі пропорції ЕПК і ДГК в своїх жирах, але лише в невеликій сумарній кількості.

У гарбузовому насінні, соєвих бобах, волоських горіхах, темно-зелених листових овочах і рослинних маслах (льняне масло, масло бурячника, масло з виноградних кісточок, примули вечірньої, кунжутне і соєве масла).

Жирні кислоти класу ω -6. Незамінна жирна кислота цієї – лінолева, її багато в рослинних маслах. У організмі лінолева кислота може перетворюватися на γ -ліноленову кислоту (ГЛК). Встановлено, що ГЛК допомагає при алергічних дерматитах і екземі.

Джерела надходження в організм: свіжа глибоководна риба, риб'ячий жир, сафлорове, соєве, конопляне, рапсове і льняне масла, волоські горіхи, насіння гарбуза.

ГЛК присутня, наприклад, в грудному молоці, в маслі примули вечірньої і бурячника (огіркової трави), в маслі з насіння червоної смородини.

Жирні кислоти класу ω -9. Деякі жири містять ненасичені жирні кислоти з одним подвійним зв'язком. Найбільш важливою в харчування є *олеїнова* кислота. Вона присутня в мембранах кліток рослин і тварин і сприяє підтримці еластичності артерій і шкіри. Мононенасичені жирні кислоти (МНЖК) при високих температурах стабільні (тому для жаріння слід використовувати оливкове масло) і не порушують рівновагу між ліпопротеїнами низької густини (ЛПНГ) та ліпопротеїнами високої густини (ЛПВГ) так, як це можуть робити (НЖК).

Джерела надходження в організм: оливкове та мигдалеве масла.

Виражену функціональну роль відіграють жироподібні речовини (фосфатидилхоліни – фосфоліпіди, холестерин). Найбільшу біологічну активність мають такі, як лецитин, кефалін, сфінгомієлін та ін.

В комплексі з білками вони входять до складу нервової тканини, печінки, серцевого м'яза, статевих залоз. Вони беруть участь у побудові мембран клітин, визначають ступінь їх проникності для жиророзчинних речовин. Крім того, фосфоліпіди необхідні для транспортування складних речовин та окремих іонів в клітини та із них. Фосфоліпіди беруть участь у процесі коагуляції крові. Вони сприяють кращому використанню білка та жиру в тканинах, попереджують жирову інфільтрацію печінки.

Фосфоліпіди, головним чином лецитин, відіграють важливу роль в профілактиці атеросклерозу, так як запобігають накопиченню надлишкової кількості холестерину в стінках судин, сприяють його розщепленню та виведенню з організму. Завдяки вказаним властивостям фосфоліпіди відносять до ліпотропних факторів. Ними особливо багаті нерафіновані олії.

До речовин, що мають функціональні властивості відносять також *стерини* – *стероли*. Це нерозчинні у воді сполуки. В тваринних жирах містяться *зоостерини*, в оліях – *фітостерини* (фітостероли). До фітостеролів відноситься *β -ситостерол*, який перешкоджає всмоктуванню холестерину в кишечнику, що має велике значення в профілактиці атеросклерозу. В оліях міститься *ергостерол*, який є провітаміном D₂. Важливим зоостерином є *холестерин*.

Холестерин відіграє важливу фізіологічну роль, бо він є структурним компонентом клітин. Холестерин – джерело утворення жовчних кислот, гормонів (статевих та кори надниркових), попередник вітаміну D₃ (7-дегідрохолестерин).

Під час з'єднання холестерину з глобулінами утворюються ліпопротеїни різного ступеня густини: ліпопротеїни високої густини (ЛПВГ) – «гарний холестерин», ліпопротеїни низької густини (ЛПНГ), ліпопротеїни дуже низької густини (ЛПДНГ) – «гидкий холестерин» та хіломікрони. Розвитку склерозу судин сприяють ЛПНГ та ЛПДНГ.

Здоровий організм у змозі здійснювати регуляцію синтезу холестерину на такому рівні, який підтримує його вміст у сироватці крові в межах 4...6 ммоль/дм³. Рівень холестерину в сироватці крові залежить від статі, віку, стану харчування, фізичної активності та інших факторів. Збільшення вмісту холестерину в сироватці крові супроводжується розвитком атеросклерозу. Цьому сприяють так звані фактори ризику, найважливішими з яких є неправильне харчування, порушення обміну ліпопротеїнів, паління, низька фізична активність, споживання алкоголю, високий кров'яний тиск, ожиріння і тривале нервово-психічне напруження.

Багато холестерину міститься в яєчних жовтках, мозку, інших субпродуктах, тваринних жирах, м'ясі (особливо жирному). Є він у жирних молочних продуктах.

Існує тісний зв'язок між обміном стеролів і фосфоліпідів. Рівень холестерину в крові знижується під впливом фосфатидилхоліну (лецитину),

який запобігає накопиченню його в організмі, сприяє розщепленню і виведенню. В профілактиці атеросклерозу мають значення ПНЖК, фітостероли та харчові волокна. Вітаміни С, В₆, В₁₂, Р, РР та магній прискорюють розщеплення холестерину і виділення його з фекаліями (разом з жовчними кислотами). *Органічний йод*, який міститься в продуктах моря (морська капуста, морська риба, м'ясо морських звірів), – відомий антисклеротичний фактор. Він стимулює синтез гормонів щитовидної залози і тим самим підсилює окислення жирів.

Транспортною формою ліпідів є хіломікрони. Після засвоєння поживних речовин їжі вміст хіломікронів у крові значно збільшується.

4.2.3. Показники якості харчових ліпідів

Цінність жиру визначається такими важливими показниками, як наявність ненасичених жирних кислот, жиророзчинних вітамінів, відсутність продуктів окиснення, легке перетравлення та всмоктування, які залежать від температури плавлення. Жири, які містять незамінну лінолеву кислоту та інші ПНЖК, мають найбільшу біологічну цінність, оскільки в організмі вони практично не синтезуються.

Важливим показником біологічної цінності жирів є їхнє перетравлення, яке визначається кількістю триацилгліцеридів, що всмокталися в лімфу та кров. Більшість природних жирів в організмі людини характеризується високим коефіцієнтом перетравлення.

Всмоктуваність жиру залежить від жирних кислот. Засвоюваність жирів з температурою плавлення нижчою, ніж температура людського тіла, дорівнює 97...98 %, якщо цей показник вище 37 °С, то засвоюваність жирів дорівнює 90 %. Жири з температурою плавлення 50...60 °С засвоюються тільки на 70...80 %.

В оліях містяться токофероли (вітамін Е), в інших жирах вони практично відсутні. Отже, не існує природного харчового жиру, який містив би всі потрібні ліпіди. Біологічна цінність жирової частки раціону може бути забезпечена тільки відповідною сумішшю жирів.

Якість і чистота жирів визначаються фізичними та хімічними константами. До фізичних констант належать густина, температура плавлення та застигання, коефіцієнт рефракції (для рідких жирів); до хімічних констант належать число омилення; йодне, кислотне, пероксидне числа та деякі інші показники.

При тривалому зберіганні жири під дією сонячного світла, кисню і вологи набувають неприємного смаку і запаху. Цей процес, що відбувається внаслідок окиснення і гідролізу жирів, називається *згіркненням*. Легше всього окиснюються ПНЖК. При цьому кисень приєднується на місця подвійних зв'язків і утворюються *перокси*. Пізніше на місці колишнього подвійного зв'язку виникає розрив карбонового ланцюга і утворюються *альдегіди* і *кетони* з короткими ланцюгами типу масляної кислоти з неприємним запахом і смаком. У процесі згіркнення жирів беруть участь окиснювальні ферменти бактеріального походження, зокрема *ліпоксигенази*.

Для запобігання окисному згіркненню жирів або продуктів, що містять жири, до них добавляють *антиоксиданти*, які затримують процес окиснення. Найбільш активним антиоксидантом є вітамін Е. Зберігання жирів у темряві, на холоді або в умовах вакууму також затримує їх окиснення. Присутність металів, навпаки, прискорює окиснення жирів.

У процесі *очистки (рафінування)* олії втрачають багато фосфоліпідів, що знижує їх біологічну цінність.

Зміни молекул жирів під час теплової обробки залежать від температури та тривалості її впливу. Короткочасне нагрівання жиру під час смаження продуктів підвищує засвоюваність тугоплавких жирів (яловичого, баранячого), не змінює засвоюваності свинячого жиру та зменшує біологічну цінність олії та вершкового масла через нестійкість ПНЖК та вітаміну А. В зв'язку з цим для смаження слід використовувати топлене масло, сало або кулінарні жири. *При тривалій тепловій обробці* (більше 30 хвилин) відбувається не тільки руйнування біологічно активних речовин, які містяться в жирах, але й утворення токсичних продуктів окиснення жирних кислот. Так, при смаженні

жирів утворюються *первинні* (пероксиди, гідропероксиди, епоксиди) та *вторинні* (альдегіди, кетони, полімерні сполуки) продукти окиснення, а також канцерогенні речовини (3,4-бензопірен). Первинні продукти окиснення подразнюють стінку травного каналу та печінку, спричинюють запалення цих органів з важким перебігом. Вторинні продукти окиснення жирів токсично діють на організм плода, а також сприяють виникненню пухлин (тератогенний ефект).

При нагріванні вище 200 °C та при багаторазовій тепловій обробці жири стають канцерогенними. Вміст полімерів у жирах не повинен перевищувати 1 %.

З огляду на вищевказане на підприємствах масового харчування необхідно суворо контролювати якість жиру, який використовується для смаження продуктів, особливо у фритюрі. Продукти окиснення та полімеризації жирних кислот викликають подразнення слизової оболонки кишечника та обумовлюють тим самим посилення перистальтики, що може бути причиною зменшення засвоюваності продуктів, особливо засмажених у фритюрі. Продукти окиснення можуть накопичуватись на сковорідках та іншому посуді, в яких жир нагрівається. Необхідна їх старанна очистка після кожного приготування їжі.

Терміни та умови зберігання різноманітних жирів неоднакові. Олію слід зберігати в закритому посуді в темному прохолодному місці. Топлені тваринні жири тривалий час не псуються при зберіганні в холодильнику. Значно коротший термін придатності вершкового масла та маргарину, бо вони містять воду в більшій кількості, ніж інші жири. Маргарин зберігають при температурі не вище 10° C і не довше 15 діб, вершкове масло – не довше 10 діб за тих же умов. Необхідно враховувати також те, що не слід зберігати жири поряд із продуктами, що мають сильний запах, бо вони легко вбирають сторонні запахи. Тугоплавкі жири більш стійкі до нагрівання та зберігання. Однак і вони окиснюються на світлі та у вологих умовах.

4.2.4. Рекомендовані середні норми ліпідів у добовому раціоні

Енергетична цінність твердих та рідких жирів більш ніж удвоє перевищує енергетичну цінність білків та вуглеводів, через це ліпіди називають «концентрами енергії».

Для поповнення енергетичних витрат організму та побудови його клітинних структур у денному раціоні дорослій здоровій людині необхідно 60-100 г жиру. Ця норма містить не тільки вершкове масло та олію, але й жири м'яса, риби, сиру, молока, кондитерських виробів (жири, які в них містяться, називають *невидимими*). Добова потреба дорослого населення у жирах наведена в таблиці 3.3.

Найбільш багаті на ліпіди: свинина, риба, птиця, печінка, а також кондитерські вироби (шоколад, какао, тістечка). В жирній яловичині жиру міститься 20 %, у свинині – 30 %.

Задоволення потреб організму в жирах тісно пов'язане з необхідністю одночасного забезпечення відповідною кількістю білків, вуглеводів та вітамінів.

Недостатнє надходження в організм жиру може привести до ряду порушень функцій центральної нервової системи, послабленню імунобіологічних механізмів, патологічних змін шкіри, нирок, органів зору.

При різкому зниженні надходження жирів з їжею погіршується засвоюваність вітамінів та провітамінів, які надходять з рослинною їжею (Е, К, β-каротину), зменшується її енергетична цінність, знижуються органолептична якість їжі. Крім того, нежирна їжа недовго затримується в шлунку, внаслідок чого рефлекторно збуджується харчовий центр і виникає відчуття голоду.

Негативний вплив на організм має *надмірне вживання жиру*. Встановлено пряму залежність між надмірним вживанням жирів, особливо тваринного походження, та розвитком атеросклерозу, а також частотою виникнення раку. Особливо небажано вживати надлишок тугоплавких жирів під час вечері, тому що вночі знижується інтенсивність надходження їх з крові

до тканин, що особливо небезпечно для літніх людей, які мають внаслідок атеросклерозу схильність до утворення тромбів.

Згідно з рекомендаціями Європейського бюро ВООЗ, насичені жирні кислоти мають становити 10 %, мононенасичені – 10 %, поліненасичені – 10 % енергетичної цінності раціону.

Особливо слід звернути увагу на вміст у жирах ПНЖК. За вмістом ПНЖК харчові жири ділять на три групи: перша – це ліпіди, які багаті на них. До цієї групи належать риб'ячий жир, а також рослинні олії: льняна, конопляна, соняшникова, бавовняна, кукурудзяна, соєва.

До другої групи жирів належать жири із середнім вмістом ПНЖК. До них відносять: свиняче сало, гусячий та курячий жири.

У третій групі жирів кількість ПНЖК не перевищує 5...6 %. До цієї групи належать баранячий та яловичий жири, деякі види маргарину.

Особливо високою біологічною активністю вирізняється печінковий жир риб та морських ссавців.

Вважають, що потреби в ПНЖК родини омега-3 мають становити 1/8...1/10 потреби в ПНЖК родини омега-6. Тільки два види рослинної олії (соєва та оливкова) мають співвідношення цих двох кислот, близькі до рекомендованого.

Щоденна потреба в ПНЖК становить 5...10 г. Мінімальна потреба людини в лінолевій кислоті становить 4...6 г на день. Така кількість її міститься в 10...15 г соняшникової олії.

При дефіциті ПНЖК у харчуванні припиняється ріст дітей, спостерігається некротичне ураження шкіри, змінюється проникність капілярів, знижується імунітет, виникає атеросклероз.

Надмірне споживання ПНЖК з раціоном може несприятливо впливати на організм – призводити до підвищення ризику автоокиснення ліпідів у клітинних мембранах; викликати захворювання печінки і нирок. Крім того, знижується активність щитовидної залози та виникає нестача вітаміну Е тому що ПНЖК – його антагоністи.

При нестачі лінолевої кислоти в раціоні розвивається тромбоз судин.

Із дефіцитом ПНЖК пов'язують виникнення злоякісних пухлин. При відсутності фосфоліпідів в їжі знижується інтенсивність всмоктування ліпідів з кишечника.

β-ситостерол міститься в арахісовій, соняшниковій, соєвій, бавовняній, кукурудзяній та маслиновій оліях.

Доросла людина при збалансованому харчуванні повинна одержувати 5-10 г *фосфоліпідів*. Більша потреба в них є у осіб, які працюють в умовах зниженого барометричного тиску, нестачі O₂, виконують важку фізичну або напружену розумову працю.

Фосфоліпід містяться в основному в продуктах тваринного походження (м'ясо, печінка, мозок, жовтки яєць, сири, вершки, сметана). З рослинних продуктів значним вмістом фосфатидів характеризуються бобові та нерафінована соняшникова олія.

Питання для самоперевірки та контролю

1. Яку роль відіграють ліпіди в організмі?
2. Класифікація ліпідів.
3. Які функції виконують в організмі поліненасичені жирні кислоти? Їх джерела та добова потреба.
4. Які показники характеризують харчову цінність харчових ліпідів?

4.3. Вуглеводи та їх значення у харчуванні людини

Вуглеводи – це органічні сполуки, до складу яких входять вуглець, водень, кисень.

Вуглеводам у харчуванні належить виключно важлива роль. Для людини вони є основним джерелом енергії, що легко утилізується і є необхідною для життєдіяльності всіх клітин тканин та органів, особливо мозку, серця, м'язів. Під час окиснення 1 г вуглеводів в організмі утворюється 4 ккал.

Джерелами вуглеводів у харчуванні є рослини, в них вуглеводи становлять 80-90 % сухої маси.

Роль вуглеводів в організмі людини не обмежується їх значенням як джерела енергії. Ця група речовин та їх похідні входять до складу різноманітних тканин та рідин, тобто є пластичним матеріалом.

Регуляторна функція вуглеводів різноманітна. Вони протидіють накопиченню кетонових тіл під час окислення жирів.

Відчуття солодкого, яке сприймається рецепторами язика, тонізує центральну нервову систему.

Деякі вуглеводи та їх похідні мають біологічну активність, виконуючи в організмі спеціалізовані функції.

Велике значення вуглеводів та їх похідних у захисних реакціях організму, особливо тих, що відбуваються в печінці.

Для фізіологічної дії вуглеводів має значення їх якість та кількість. До складу харчових продуктів входять три групи вуглеводів: моносахариди (глюкоза, галактоза, фруктоза), олігосахариди (дисахариди, трисахариди), гомополісахариди (крохмаль, глікоген, клітковина, пектинові речовини), гетерополісахариди – мукополісахариди, основу яких становить аміноцукор та галактуронова кислота.

За харчовою цінністю вуглеводи поділяються на засвоювані та незасвоювані. Засвоювані вуглеводи перетравлюються у травному тракті людини, продукти гідролізу всмоктуються в тонкому кишечнику і включаються до метаболічних процесів. До засвоюваних вуглеводів відносяться

моносахариди (глюкоза, фруктоза, галактоза), олігосахариди (сахароза, лактоза, мальтоза), полісахариди (крохмаль, декстрини, глікоген). Незасвоєвані вуглеводи – це харчові волокна.

З моносахаридів найбільшу поживну цінність мають глюкоза, фруктоза, галактоза, маноза, ксилоза.

Крохмаль – складний вуглевод. Він безпосередньо не засвоюється в кишечнику і попередньо зазнає впливу дії α -амілази у ротовій порожнині та тонкому кишечнику.

Глікемічна реакція організму людини на вживання їжі залежить від швидкості її споживання.

Глікоген – «тваринний крохмаль» – міститься в різних кількостях в органах та тканинах тварин. Він використовується ними як енергетичний матеріал. З їжею глікоген практично не надходить, бо руйнується в процесі дозрівання м'яса забійних тварин.

Для позначення вуглеводів рослинного походження вживають термін «харчові волокна», які являють собою суміш різноманітних полісахаридів та лігніну у сполученні з речовиною оболонок рослинних клітин. Харчові волокна складаються із структурних полісахаридів: целюлози, геміцелюлози, пектинових речовин та лігніну і неструктурних полісахаридів, які зустрічаються у натуральному вигляді у продуктах харчування (камеді, слизи) та використовуються як харчові добавки.

Целюлоза (клітковина) міститься в рослинах. Вона утворює оболонки клітин і є опірною речовиною. Вона є полімером Д-глюкози.

Целюлоза не використовується в організмі людини як джерело глюкози, тому що не перетравлюється ферментами кишечника. Однак деякі бактерії продукують фермент – *целюлазу*, яка каталізує гідроліз клітковини. Важливою є роль клітковини як стимулятора перистальтики кишечника. Вона та інші баластні речовини в кишечнику адсорбують стероли, в тому числі холестерол, перешкоджаючи зворотному їх всмоктуванню, сприяючи виведенню з

організму. Клітковина грає роль в нормалізації мікрофлори кишечника, в зменшенні гнильних процесів, перешкоджає всмоктуванню отруйних речовин.

Багаті на клітковину раціони викликають збільшення маси фекалій та підвищують швидкість транспортування речовин через товстий кишечник.

Недостатнє вживання клітковини призводить до уповільнення просування харчової кашки по кишечнику, до подразнення його слизової оболонки, розвитку *дивертикульозу*, який широко розповсюджений серед міського населення економічно розвинених країн.

Геміцелюлоза – полісахарид клітинної оболонки, який складається з розгалужених полімерів гексоз Д-ряду: галактози, ксилози, арабінози та ін. Обидва ці полісахариди зв'язують воду, а геміцелюлоза, крім того, і катіони.

Лігніни – безвуглеводні речовини клітинної оболонки, які складаються з полімерів ароматичних спиртів. Вони огортають целюлозу і геміцелюлозу та інгібують розщеплення вуглеводів клітинної оболонки ферментами бактерій. Лігнін здатний зв'язувати в кишечнику солі жовчних кислот та впливати на швидкість абсорбції харчових речовин.

Камеді – складні неструктуровані полісахариди, які складаються з глюкуронової та галактуринової кислот, що не є речовинами клітинної оболонки. У харчовій промисловості використовують: гуміарабік, камедь рожкового дерева, карагемма камедь та ін.

Пектинові речовини – полісахариди рослинного походження, до їх складу входять залишки галактуринової кислоти. Вони складають основу фруктових гелів. Пектини повністю метаболізуються в кишечнику людини. Вони уповільнюють переміщення залишків їжі в товстій кишці, підвищуючи в'язкість складових частин.

4.3.1. Рекомендовані середні норми вуглеводів в добовому раціоні

Потреба в вуглеводах визначається величиною енергетичних витрат людини. Чим інтенсивніше фізичне навантаження, тим більша кількість вуглеводів необхідна організму.

Середня потреба в вуглеводах дорівнює 400-500 г/добу, в тому числі крохмалю потрібно 350-400 г, моно- та дисахаридів необхідно 50-100 г (їх слід розподіляти на 3-4 прийоми по 20-25 г за один раз), харчових баластних речовин (целюлоза та пектинові речовини) - 25 г.

Недостатнє вживання солодких вуглеводів призводить до зменшення утворення енергії в організмі; знижується тонус центральної нервової системи, послаблюється увага, зростає чутливість до холоду.

Непомірне вживання цукру сприяє карієсу зубів, порушенню нормального співвідношення між збуджувальними та гальмуючими процесами в нервовій системі дітей, що проявляється в їх неврівноваженій поведінці.

Крім того надлишок цукру підтримує запальні процеси.

Співвідношення між вмістом у раціоні білків, жирів та вуглеводів залежить від віку, стану здоров'я, характеру роботи, що виконується. Для осіб, зайнятих розумовою працею, найбільш раціональне співвідношення білків, жирів та вуглеводів 1:0,8:3.

Для людей, зайнятих працею, що не потребує значних фізичних зусиль, оптимальним є співвідношення 1:0,9:4,7. Для людей, зайнятих фізичною працею, частка вуглеводів у раціоні зростає і збалансованість білків, жирів та вуглеводів виражається формулою 1:1:5.

При великих фізичних навантаженнях (наприклад, у спортсменів) норми вуглеводів ще більш підвищені.

Питання для самоперевірки та контролю

1. Яку роль відіграють вуглеводи в організмі людини?
2. Наведіть класифікацію вуглеводів.
3. Які кількості вуглеводів потрібні різним верствам населення?
4. До яких наслідків призводять надмірне та недостатнє вживання різноманітних вуглеводів?
5. Які продукти є джерелами легкозасвоюваних та засвоюваних вуглеводів?
6. Які продукти є джерелами крохмалю, пектинових речовин, клітковини?
7. Як можна знизити вживання рафінованих вуглеводів?

4.4. Мінеральні речовини та їх значення у харчуванні людини

В організмах, що населяють Землю, виявлено більш ніж 60 елементів і лише 30 з них зустрічаються постійно. Елементи, що складають основу живої матерії, отримали назву біогенних або органогенних.

У життєдіяльності людини мінеральні речовини відіграють дуже важливу роль. Вони складають значну частину людського тіла (близько 3 кг золи). В кістках вони містяться у вигляді кристалів, у м'яких тканинах утворюють дійсні або колоїдні розчини у комплексі з білками.

Мінеральні речовини є незамінними нутрієнтами, які повинні кожного дня надходити з їжею.

Мінеральні речовини містяться в протоплазмі та біологічних рідинах. Мінеральні речовини входять до складу складних органічних сполук та є пластичним матеріалом для утворення кісткової та зубної тканин. У вигляді іонів мінеральні речовини беруть участь у передачі нервових імпульсів, забезпечують зсідання крові та інші фізіологічні процеси в організмі.

Залежно від вмісту в організмі та харчових продуктах, мінеральні речовини підрозділяють на *макро-*, *мікроелементи* та *ультрамікроелементи*. До макроелементів відносяться: кальцій, калій, натрій, фосфор, хлор, сірка. Вони містяться в кількостях, які вимірюються десятками та сотнями міліграмів (>0,001 %) на 100 г тканин або харчового продукту. *Мікроелементи* – це залізо, кобальт, цинк, фтор, йод та ін. Вони входять до складу тканин організму в концентраціях, що виражаються десятими, сотими та тисячними частинами міліграма (<0,001 %) на 100 г тканин. Мікроелементи поділяють умовно на дві групи: абсолютно або *життєво необхідні* (кобальт, залізо, мідь, цинк, марганець, йод, бром, фтор) та імовірно необхідні (алюміній, стронцій, молібден, селен, нікол, ванадій та ін.).

До найбільш дефіцитних мінеральних речовин у харчуванні сучасної людини відносяться кальцій та залізо, до надлишкових – натрій та фосфор.

Залежно від переважання катіонів або аніонів у харчових продуктах проявляються їх *лужні* або *кислотні властивості*. Молоко, овочі, плоди, ягоди надають раціонам лужну спрямованість, а м'ясо, риба, яйця, крупи – кислотну.

Мінеральні речовини мають важливе значення, як фактори, що необхідні для усунення та профілактики низки захворювань: ендемічного зоба, флюорозу, карієсу, стронцієвого рахіту тощо.

Хвороби, викликані дефіцитом, надлишком або дисбалансом мікроелементів називають *мікроелементозами*.

4.4.1. Макроелементи

Кальцій. Основна функція кальцію пластична. Він є основним структурним компонентом кісток та зубів, входить до складу ядер клітин, клітинних та тканинних рідин, необхідний для зсідання крові. Кальцій утворює сполуки з білками, фосфоліпідами, органічними кислотами. Він бере участь в регуляції проникності клітинних мембран, в процесах передачі нервових імпульсів, в молекулярному механізмі м'язового скорочення, контролює активність низки ферментів. Таким чином, кальцій виконує не тільки пластичні функції, але й впливає на біохімічні та біологічні процеси в організмі.

Добова потреба в кальції дорослої людини становить 1100-1200 мг, а у дітей та підлітків – 800-1200 мг.

Кращими *джерелами* кальцію є молоко та молочні продукти (різні види сиру). Значно менше кальцію міститься в яйцях, м'ясі, рибі, овочах, плодах, ягодах.

Магній. Цей елемент необхідний для активності низки ключових ферментів, які забезпечують метаболізм. Він бере участь у підтриманні нормальної функції нервової системи та серцевого м'яза; має судинорозширювальну дію; стимулює жовчовиділення; підвищує рухову активність кишечника, що сприяє виведенню шлаків (в тому числі холестерину) з організму.

Добова потреба дорослої людини в магнію становить 350-400 мг.

На магній багаті, в основному, *рослинні продукти*. Велику кількість його містять пшеничні висівки, крупи (вівсяна та ін.), бобові, урюк, курага, чорнослив. Мало його в молочних продуктах, м'ясі, рибі, макаронних виробах, у більшості овочів та плодів.

Калій. Близько 90 % калію знаходиться в середині клітин. Він разом з іншими солями забезпечує осмотичний тиск; бере участь у передачі нервових імпульсів; регуляції водно-сольового обміну; сприяє виведенню води, а отже, і шлаків з організму; бере участь у регуляції діяльності серця та інших органів; необхідний для функції низки ферментів.

Калій добре всмоктується з кишечника, а його надлишок швидко виводиться із організму з сечею.

Добова потреба в калії дорослої людини становить 2000-4000 мг.

Калій не є дефіцитним нутрієнтом в харчуванні й при різноманітному харчуванні його недостатність не виникає.

Велика частина калію надходить до організму з рослинними продуктами. Багатими *джерелами* його є урюк, чорнослив, ізюм, морська капуста, квасоля, горох, картопля й інші овочі та плоди. Мало калію міститься в сметані, рисі, хлібі з борошна вищого гатунку.

Натрій відіграє велику роль в організмі. Він бере участь у підтриманні осмотичного тиску в тканинних рідинах та крові; в передачі нервових імпульсів; регуляції кислотно-лужної рівноваги, водно-сольового обміну; підвищує активність травних ферментів.

Цей нутрієнт легко всмоктується з кишечника. Іони натрію викликають набухання колоїдів тканин, що обумовлює затримання води в організмі та протидіє її виділенню.

Добова потреба в натрії в умовах помірного клімату задовольняється 4-5 г, що відповідає 10 г повареної солі.

Натрій міститься в соліннях, маринадах, бринзі, сирах, хлібі.

Фосфор. Цей елемент бере участь в усіх процесах життєдіяльності організму: синтезі та розщепленні речовин в клітинах; регуляції обміну речовин; входить до складу нуклеїнових кислот, ферментів, кісток, АТФ.

Добова потреба в фосфорі для дорослих становить 1200 мг.

Велика кількість фосфору міститься в продуктах тваринного походження, особливо в печінці, ікрі риб, а також у зернових та бобових. Багатими *джерелами* фосфору є крупи (вівсяна, перлова). Однак з рослинних продуктів його сполуки засвоюються гірше (55 %), ніж під час вживання тваринних (95 %). Замочування круп та бобових перед кулінарною обробкою поліпшує засвоєння цього мікроелементу.

Хлор. Фізіологічне значення хлору пов'язане з його участю в регуляції водно-сольового обміну та осмотичного тиску в тканинах та клітинах. Хлор входить до складу соляної кислоти шлункового соку.

Добова потреба в хлорі становить приблизно 5000 мг.

Хлор надходить в організм, в основному, за рахунок хлористого натрію при додаванні його до їжі. Багатими *джерелами* цього елемента є соління, маринади.

Сірка є необхідним структурним компонентом деяких амінокислот (метіоніну, цистеїну, цистину), білків, вітамінів (тіаміну та ін.), а також входить до складу інсуліну. Разом з цинком та кремнієм впливає на функціональний стан шкіри та волосся.

Сірка приймає участь у білковому обміні.

Добова потреба дорослих людей у Сульфурі становить 1 г на добу.

Джерела: горох, квасоля, вівсяна та інші крупи, сир, яйця, м'ясо, риба тощо.

4.4.2. Мікроелементи

Мікроелементи спричиняють значний вплив на хід та спрямованість процесів обміну, вступають у взаємодію з білками і утворюють металоорганічні комплекси. Оскільки усі процеси обміну речовин, за своєю суттю є ферментними реакціями, то зв'язок мікроелементів з такими реакціями є найважливішою їх функцією. Отже, властивістю мікроелементів є їх *специфічність*.

Багато мікроелементів забезпечують біохімічні функції гормонів (йод, хром), вітамінів (кобальт, селен), металоферментів (цинк, мідь, марганець,

молібден, хром, селен), активаторів ферментів (цинк, марганець, молібден, хром, нікель).

Залізом необхідно для синтезу сполук, що забезпечують дихання, кровотворення. Він приймає участь у імунних та окиснювально-відновних реакціях. Понад 60 % заліза, яке міститься в організмі людини, сконцентровано в гемоглобіні. Він бере участь у перенесенні кисню, що надходить з повітря в тканини організму; в окисних процесах; входить до складу багатьох окисних ферментів (пероксидази, цитохромів, цитохромоксидази тощо), протоплазми і

Добова потреба у залізі становить 15 мг для чоловіків та 18 мг для жінок.

Джерелами заліза є субпродукти, м'ясо, яйця, квасоля, овочі, ягоди, хлібопродукти. Однак, у легкозасвоюваній формі залізо міститься лише у м'ясних продуктах, печінці та яєчному жовтку.

Мідь є другим після заліза кровотворним біомікроелементом. Вона необхідна для перетворення неорганічного заліза, що надходить з їжею, в органічно зв'язану форму, для стимуляції дозрівання ретикулоцитів (молодих форм еритроцитів) і перетворення їх на зрілі форми – еритроцити, а також для перенесення заліза до кісткового мозку.

Мідь бере участь у тканинному диханні у складі ферментів, які містять Купрум (цитохромоксидаза, аскорбатоксидаза, церулоплазмін, уріказа та ін.).

Мідь міститься у тваринних і рослинних продуктах. Найбільше його в печінці, сирі, рибі, м'ясі, яйцях, багато у зернових продуктах.

Добова потреба людини в міді становить 2-3 мг.

Кобальт – третій мікроелемент, що бере участь у кровотворенні. Він активізує процеси утворення гемоглобіну та еритроцитів, впливає на формування молодих форм еритроцитів (ретикулоцитів) та їх перетворення на зрілу форму. Кровотворний ефект кобальту виявляється за достатньої кількості міді і не виникає при дефіциті заліза і міді. Кобальт є складовою частиною вітаміну В₁₂. При дефіциті цього вітаміну розвивається злаякісна (перніціозна) анемія Аддісона-Бірмера.

Кобальт приймає участь у білковому та вуглеводному обміні, підвищує активність пептидаз, фосфатаз. Надлишок кобальту викликає дерматити та інтоксикацію організму (порушення травлення, дихання тощо).

Основними джерелами Кобальту є овочі та зернові продукти. В більшості продуктів тваринного та рослинного походження вміст кобальту незначний і становить 1-2 мкг. Відносно високим вмістом кобальту характеризуються такі продукти як печінка яловича, буряк, вівсяна крупа, суниця, полуниця. Трохи менше кобальту міститься в рибі, сирі, картоплі, капусті, редисі, чорній смородині.

Середньодобове вживання кобальту для людини коливається в межах 0,05-0,2 мг.

Марганець. Фізіологічне значення та біологічна роль марганцю різноманітні. Основною біологічною властивістю марганцю є його зв'язок з процесами осифікації та з станом кісткової тканини. Це обумовлене тим, що він активує кісткову фосфатазу. Марганець стимулює процеси росту та функції органів кровотворення. Існує зв'язок між марганцем та функцією ендокринних залоз і особливо статевих залоз, тобто пов'язаний з їх діяльністю статевий розвиток та розмноження. Важливою частиною біологічної дії є його ліпотропні властивості. Він попереджує ожиріння печінки, сприяє загальній утилізації жиру в організмі. Встановлено зв'язок між марганцем та обміном деяких вітамінів (аскорбінової кислоти, тіаміну).

Марганець міститься у рослинних і тваринних продуктах. Найбільша кількість його знаходиться в зернових продуктах, горіхах, печінці, картоплі, капусті, салаті, клюкві, чаї.

Добова потреба людини в марганці становить 5-10 мг (0,2-0,3 мг на 1 кг маси тіла за добу).

Цинк. Біологічна роль цинку різноманітна. Він входить до складу багатьох ферментів, зокрема карбоангідрази, яка забезпечує виведення з організму вуглекислоти. Цинк необхідний для нормальної функції залоз внутрішньої секреції (гіпофіза, підшлункової, передміхурової і статевих).

Гіпоглікемічна дія цинку зумовлена його участю в синтезі інсуліну та у реалізації його біологічної дії. Цинк має також ліпотропні і кровотворні властивості. Він приймає участь у біосинтезі білка, метаболізмі нуклеїнових кислот, впливає на розвиток вторинних статевих ознак. Крім того, цинк приймає участь у процесах росту, у формуванні шкіри та волосся.

Основні джерела легкозасвоюваного цинку – продукти тваринного походження (м'ясо, печінка, кров тощо).

Добова потреба людини в цинку становить 12-15 мг, а для матерів, які годують немовлят – 25 мг.

Хром. Основна роль хрому – запобігання порушенням обміну вуглеводів та супутнім хронічним захворюванням, які зумовлені його дефіцитом. Це пов'язано з тим, що тривалентний хром є активною складовою частиною водорозчинного компонента глюкозотолерантного фактора, який синтезується в печінці. Він є необхідним для ліпідного обміну та утилізації амінокислот, а також має велике значення для профілактики атеросклерозу.

Хром міститься в багатьох продуктах харчування, але засвоєння його з різних продуктів неоднакове. Максимальна кількість хрому виявлена в жовтках яєць і в устрицях. Однак найбільшу фізіологічну активність мають дріжджі, а найменшу – м'ясо курей та сухе молоко, тому що в дріжджах Хром міститься у високоактивній формі. Досить високий вміст біологічно досяжного хрому мають печінка, м'ясо, хліб, сухі гриби та пиво. Біологічно досяжного хрому немає в овочах та продуктах, виготовлених з них, а також у ячному жовтку.

Рекомендоване *добове споживання* хрому для людини становить 50-70 мкг.

Селен. Фізіологічне значення Селену визначається участю його в процесах окислення трикарбонових кислот і виконанням багатьох функцій, властивих вітаміну Е. Він виконує захисну функцію, тому що захищає білки від дії окислювачів та радіонуклідів. Селен необхідний для активації одного з ключових ферментів антиоксидантного захисту – глутатіонпероксидази, що попереджує активацію перекісного окиснення ліпідів клітинних мембран.

Встановлено, що достатнє забезпечення організму цим мікроелементом затримує старіння, а при додаванні вітаміну Е підвищується антиканцерогенний ефект їжі.

Більшість селену в організмі людини представлена у вигляді селенвмісних білків.

Основними джерелами селену є м'ясні та рибні продукти. В овочах і плодах його мало.

Добова потреба дорослої людини в селені становить 50-70 мкг.

Фтор. Фізіологічне значення фтора – активна участь його в процесах формування зубної емалі, дентину, кісток. Він нормалізує фосфорно-кальцієвий обмін.

Діти є найчутливішими до дії токсичних рівнів Флуору. Захворюваність зубів на флюороз може бути показником інтенсивності ендемічного флюорозу.

Добова потреба людини у Флуорі становить 0,2-3,1 мг.

Йод. Основне фізіологічне значення йоду полягає в його участі у функціях щитовидної залози, яка використовує йод для синтезу гормонів: (тироксину, дийодтирозину і трийодтироніну). Недостатнє надходження йоду в організм призводить до розладу її функції, збільшення (гіперплазії) і розвитку зобу.

Понад 85 % Йоду надходить в організм людини з рослинною їжею. Порушення правил зберігання продуктів призводить до зниження вмісту Йоду в них на 65 %. Значні втрати Йоду відбуваються в процесі кулінарної обробки продуктів.

Для ліквідації дефіциту йоду слід використовувати йодовану сіль. Однак, вона нестійка, тому її зберігають у закритому посуді в темному місці і додають у їжу після закінчення теплової обробки. Природним джерелом йоду є морська капуста та продукти, виготовлені з її використанням (консерви, кондитерські вироби, хліб з морською капустою).

Йод міститься в рибних та нерибних продуктах моря, м'ясі, яйцях, молоці, овочах.

Добова потреба людини в Йоді становить 150 мкг (мінімальна – 50 мкг).

Питання для самоперевірки та контролю

1. Яку роль відіграють в організмі мінеральні речовини?
2. Які нутрієнти є джерелами кислих та лужних груп?
3. Яку роль виконує кальцій в організмі?
4. Яка роль магнію в організмі?
5. Яка роль калію в організмі?
6. Які функції виконує в організмі залізо?
7. У чому полягає основна роль йоду в організмі?
8. Яку роль відіграє фтор в організмі?

4.5. Вітаміни та їх значення у харчуванні людини

Роль вітамінів в організмі людини. Вітаміни відносяться до групи незамінних нутрієнтів органічної природи, різноманітної будови, які необхідні для забезпечення обміну речовин в організмі людини. Вітаміни повинні постійно надходити з їжею, тому що вони майже не синтезуються в організмі і лише деякі депонуються в тканинах. Потреба в вітамінах обчислюється в міліграмах і навіть у частках міліграма – мікрограмах в 1 г продукту або у мг % (міліграми вітаміну на 100 г продукту).

Для вітамінів характерний ряд особливостей:

1. На відміну від інших незамінних речовин (амінокислоти, поліненасичені жирні кислоти та ін.) вітаміни не є пластичним матеріалом або джерелом енергії.

2. Вітаміни активні в мінімальних кількостях. Добова потреба в них обчислюється в тисячних і навіть мільйонних частках грама.

3. Вітаміни в організмі людини не синтезуються, за винятком деяких з них. Так, вітаміни В₆, В₁₂, К, фолієва кислота утворюються в організмі мікрофлорою товстої кишки, вітамін D – під дією ультрафіолетових променів синтезується в шкірі, однак у недостатній кількості.

4. Вітаміни, як правило, не відкладаються «про запас». Отже, ці речовини повинні надходити в організм при кожному прийомі їжі.

5. Найбільш ефективні вітаміни не синтетичні, а ті, що містяться в харчових продуктах. Це обумовлено тим, що до складу їжі входять кілька різних вітамінів, що підсилюють фізіологічний ефект один одного, а також стимулятори або стабілізатори їхньої дії.

Функції вітамінів

Вітаміни забезпечують нормальне протікання біохімічних і фізіологічних процесів і організмі. Вони беруть участь у каталізі обмінних процесів, тому що містяться в активних групах ферментів.

Вітаміни мають *захисну* дію, нейтралізуючи вплив різних негативних факторів. У здорових людей вони підвищують стійкість до холоду, інфекційних

хвороб, фізичних перенавантажень, додають сил. У хворих вітаміни сприяють нормалізації обміну, поліпшують ефект лікувальних засобів, нейтралізують побічну дію лікарських препаратів, зменшують наслідки опромінення.

У харчових раціонах, що включають продукти тваринного і рослинного походження, найбільш дефіцитними (найчастіше взимку і навесні) є вітаміни С, В₁, В₂, А і D, тому що вони можуть руйнуватися в процесі зберігання і технологічної обробки і. Крім того, має значення зміна асортименту продуктів (плодів, овочів, ягід), що у ці сезони стає менш різноманітним; важливу роль відіграє також світлове голодування, тому що узимку ультрафіолетові промені не досягають поверхні Землі.

Деякі вітаміни (пантотенова, ліпоєва, фолієва кислоти, біотин, токоферолі та ін.) містяться в продуктах харчування, тому здорова людина при правильному харчуванні не має в них недоліку. Мікрофлора, що знаходиться в товстій кишці, синтезує ряд вітамінів, які використовуються організмом.

За відсутності в продуктах харчування одного або декількох вітамінів розвивається вітамінна недостатність. Вона буває двох ступенів: авітаміноз і гіповітаміноз.

Авітаміноз – це стан глибокого дефіциту якогось вітаміну в організмі з розгорнутою клінічною картиною недостатності (цинга, бери-бери, пелагра тощо).

Гіповітаміноз – стан організму при недостатньому вмісті одного або декількох вітамінів і їжі. Гіповітамінози частіше зустрічаються наприкінці зими, навесні, коли надходження вітамінів з їжею досить обмежено, оскільки вони руйнуються в процесі зберігання продуктів харчування. Розрізняють первинні і вторинні гіповітамінози.

При надлишковому надходженні вітамінів вони, як правило, виводяться із організму через нирки з сечею. У деяких випадках їхній вміст підвищується і розвивається *гіпервітаміноз*, що приводить до порушення обмінних процесів.

4.5.1. Класифікація вітамінів

У групі вітамінів розрізняють *вітаміноподібні речовини*, ступінь незамінності яких ще не визначена. У ряді продуктів містяться *провітаміни*, тобто сполуки, з яких в організмі утворюються вітаміни.

Таблиця 4.3 – Номенклатура, класифікація вітамінів і вітаміноподібних сполук

I. Водорозчинні вітаміни	
<i>Вітаміни, представлені переважно однією сполукою</i>	
Рекомендована назва	Стара назва
Тіамін	Вітамін В ₁ (аневрин)
Рибофлавін	Вітамін В ₂ (лактофлавін)
Пантотенова кислота	Вітамін В ₃
Біотин	Вітамін Н
Аскорбінова кислота	Вітамін С
<i>Родини вітамінів</i>	
Рекомендована назва	Стара назва
Рекомендована групова назва	Індивідуальні представники
Вітамін В ₆	Піридоксин, піридоксаль, піридоксамін
Ніацин (вітамін РР, В ₅)	Нікотинова кислота, нікотинамід
Фолацин (вітамін В ₉ , В _с)	Фолієва кислота, тетрагідрофолієва кислота та її похідні
Кобаломіни (вітамін В ₁₂)	Цианокобаламін, оксикобаламін, метилкобаламін
II. Жиророзчинні вітаміни	
Рекомендована групова назва	Індивідуальні представники
Вітамін А	Ретинол, ретинілацетат, ретиналь, ретиноева кислота
Вітамін D (кальцифероли)	Ергокальциферол (вітамін D ₂), холекальциферол (вітамін D ₃)
Вітамін Е	α-, β-, γ-, σ-токофероли, α-, β-, γ-, σ-токотрієноли
Вітамін К	2-метил-3-фігил-1,4-нафтохін (філохінон, вітамін К ₁), менахінони (вітаміни К ₂), 2-метил-1,4-нафтохінон

III. Вітаміноподібні сполуки	
Функція	Назва сполуки
Незамінні харчові речовини з пластичною функцією	Холін (вітамін B ₄), інозит (міоінозит, мезоінозит, вітамін B ₈)
Біологічно активні речовини, які синтезуються в організмі людини	Ліпоєва кислота, оротова кислота (вітамін B ₁₃), карнітин (вітамін B ₇)
Фармакологічні речовини їжі	Біофлавоноїди, метилметіонінсульфоній (вітамін U), пангамова кислота (вітамін B ₁₅)
Фактори росту мікроорганізмів	Параамінобензойна кислота

4.5.2. Водорозчинні вітаміни

Аскорбінова кислота (вітамін С, протицинготний).

Роль в організмі. Аскорбінова кислота бере участь у багатьох процесах обміну речовин. Вона є компонентом окиснювально-відновних систем. При нестачі аскорбінової кислоти розпушуються ясна, стінки капілярів, з'являються крововиливи, випадають зуби, тобто розвивається характерна картина цинги. Цей вітамін, крім того, сприяє окисненню холестерину, бере участь в утворенні ряду гормонів, проявляє виражений позитивний вплив на більшість ланок імунної системи організму, протидіє утворенню надлишку окиснювальних вільних радикалів.

Властивості. Вітамін С руйнується киснем повітря; цей процес прискорюється за умов нагрівання, а також під впливом ферментів (аскорбатоксидази, поліфенолоксидаз та ін.), які звільняються в результаті порушення цілісності клітини, тобто в процесі нарізання, шаткування, подрібнення багатьох рослинних продуктів – джерел вітаміну С.

Потреба. Добова потреба у вітаміні С для дорослих людей становить в середньому 50-100 мг.

Недостатність. У нашій країні авітаміноз С практично не зустрічається, але стан гіповітамінозу спостерігається особливо взимку та ранньою весною, що обумовлено низьким вмістом аскорбінової кислоти в продуктах на ці сезони року.

Джерела. Аскорбінова кислота міститься в зелених частинах рослин (кріп, петрушка, салат, селера, цибуля та ін.), овочах (перець, капуста, картопля, томати та ін.), ягодах (чорна смородина, агрус, горобина, обліпіха, шипшина), цитрусових, інших фруктах, а також у печінці та нирках тварин.

Тіамін (вітамін B₁, антинеуритний).

Роль в організмі. Тіамін є складовою частиною ферментів, які беруть участь в обміні вуглеводів, а саме ПВК (піровиноградна кислота), жирів, білків та води.

Властивості. Тіамін руйнується в лужному середовищі.

Потреба. Добова потреба в тіаміні становить для дорослих 1,4-2,4 мг.

Недостатність. Дефіцит вітаміну B₁ (B₁-гіповітаміноз) є одним з найбільш поширених гіповітамінозів в економічно розвинених країнах. Це обумовлено збільшенням вживання рафінованих продуктів (хлібобулочних виробів з борошна вищих сортів), що бідні на тіамін. Першими проявами B₁-гіповітамінозу є: підвищена нервова збудженість, роздратованість, порушення сну, зниження пам'яті, концентрації уваги, працездатності.

Джерела. Тіамін міститься в житньому та пшеничному хлібі з борошна грубого помелу, висівках, крупах, не очищених від периферичної частини зерна (гречана, вівсяна), у бобових, а також у грецьких горіхах. З тваринних продуктів вітаміном B₁ багаті субпродукти (печінка, нирки) та свинина.

Рибофлавін (вітамін B₂).

Роль в організмі. Вітамін B₂ є коферментом ферментів, що каталізують транспортування електронів в окиснювально-відновних реакціях у клітинах тварин та рослин. Рибофлавін має специфічну дію на функцію слизових оболонок травного тракту, особливо ротової порожнини, язика. Цей вітамін необхідний для забезпечення кольорового зору, процесів кровотворення та ряду інших фізіологічних функцій.

Властивості. Вітамін B₂ руйнується в лужному середовищі (при застосуванні соди в кулінарії), під впливом ультрафіолетових променів, при в'яненні листяних овочів.

Потреба. Добова потреба у вітаміні B₂ становить для дорослої людини 1,5-3,0 мг.

Недостатність. Дефіцит вітаміну B₂ може виникнути за умови тривалого харчування рослинними продуктами, особливо рафінованими, при підвищеному виведенні його з організму, порушенні всмоктування. При дефіциті вітаміну B₂ розвивається також недокрів'я, ураження шкіри. Частіше всього гіпорибофлавінозний стан відзначається в кінці зими у зв'язку з обмеженням вживання зелені та молока.

Джерела. Цінними джерелами вітаміну B₂ є молоко, сири та інші молочні продукти, яйця, печінка, нирки, бобові, гречана крупа.

Ніотинова кислота (ніацин, вітамін PP, вітамін B₃, антипелагрічний).

Роль в організмі. Цей вітамін входить до складу коферментів, які беруть участь в окиснювально-відновних реакціях, що забезпечують клітинне дихання. Він має регулюючий вплив на органи травлення, забезпечує нормальний обмін речовин у шкірі, поліпшує функції печінки (знешкоджувальну та глікогеноутворвальну).

Властивості. Вітамін PP стійкий до зовнішнього впливу (світла, кисню).

Потреба. Добова потреба у вітаміні PP складає 15-25 мг.

Недостатність. Дефіцит вітаміну PP розвивається при харчуванні кукурудзою, білки якої містять мало триптофану, з нього в організмі утворюється ніацин. Наслідками недостатності ніацину є розлад психічної діяльності, порушення функцій травного тракту, шкіри, серцево-судинної системи. Крайня форма недостатності призводить до захворювання пелагрою (від італ. pellagra – жорстка шкіра).

Джерела. Ніацином багаті такі продукти тваринного походження, як печінка, яловичина, свинина. Молоко та молочні продукти бідні на вітамін PP, однак вони багаті на триптофан. Серед рослинних продуктів основними джерелами ніацину є хлібобулочні вироби, бобові, крупи.

Піридоксин (вітамін B₆, адермін).

Роль в організмі. Піридоксин входить до складу ферментів, які каталізують обмін амінокислот та інших речовин у тканинах. Він необхідний для нормальної функції нервової системи, печінки, органів кровотворення, шкіри.

Властивості. Піридоксин стійкий до дії кисню повітря, нагрівання, однак втрачає активність під дією світла.

Потреба. За звичайних умов добова потреба в вітаміні В₆ для дорослої людини становить в середньому 2-3 мг.

Недостатність. При В₆-гіповітамінозі відзначається роздратованість та загальмованість, нудота, зниження апетиту. Інколи з'являються тріщини губ та виразки в куточках рота, розвивається запалення язика, кон'юктивіти.

Джерела. Піридоксин широко розповсюджений у природі і надходить до організму з продуктами тваринного і рослинного походження. Найбільш багатими джерелами вітаміну В₆ є м'ясо, риба, субпродукти (особливо печінка та нирки), яєчні жовтки, а також горох, крупи (гречана, перлова, ячна), висівки, картопля.

Ціанкобаламін (вітамін В₁₂, антианемічний).

Роль в організмі. Вітамін В₁₂ має значення для кровотворення в кістковому мозку. Він має ліпотропну дію, тому що сприяє біосинтезу холіну та лецитину; бере участь в утворенні нуклеїнових кислот.

Властивості. Вітамін В₁₂ руйнується під час тривалої дії світлових променів.

Потреба. Добова потреба дорослої людини у вітаміні В₁₂ становить 2-5 мкг.

Недостатність. Дефіцит вітаміну В₁₂ розвивається при вилученні з раціону джерел тваринних білків або зниженні секреції шлункового соку, який містить білкову фракцію (внутрішній фактор Касла), яка утворює з ціанкобаламіном комплекс, в складі якого цей вітамін засвоюється організмом. При недостатньому надходженні ціанкобаламіну в раціон у людини розвивається злоякісне недокрів'я, порушуються функції нервової та інших систем.

Джерела. Вітамін В₁₂ міститься виключно в продуктах тваринного походження. Найбільш багаті ним печінка, нирки. Він міститься в яєчних жовтках та деяких кисломолочних продуктах.

Фолієва кислота (вітамін B₉, B₁₂, фолацин).

Роль в організмі. Цей вітамін бере участь у кровотворенні, в синтезі нуклеїнових кислот та холіну, покращує функціональний стан печінки.

В організмі людини фолієва кислота перетворюється на фолінову кислоту, яка є активною формою цього вітаміну.

Властивості. Фолієва кислота стійка до кисню повітря, високої температури, руйнується під час тривалої дії сонячних променів.

Потреба. Добова потреба у надходженні до організму людини фолієвої кислоти складає для дорослих у середньому 200 мкг.

Недостатність. Дефіцит фолацину проявляється головним чином у порушеннях кровотворення, функцій травної системи, печінки, зниженні захисних сил організму.

Джерела. Основним джерелом фолієвої кислоти є овочі: салат, капуста, зелень петрушки, томати, морква, буряк. Цим вітаміном багаті також печінка, нирки, яєчний жовток, сир.

Біотин (вітамін H).

Роль в організмі. Біотин необхідний для нормальної функції шкіри, нервової системи; він бере участь в обміні жирних кислот та стеролів.

Властивості. Біотин стійкий до кисню повітря, руйнується при дії лугів.

Потреба. Добова потреба в біотині дорослої людини складає в середньому 150 мкг.

Недостатність. Дефіцит біотину в організмі може проявлятися при захворюваннях кишечника, зниженні функцій шлункових залоз, а також в результаті тривалого застосування антибіотиків та сульфаніламідів, що пригнічують діяльність кишкової мікрофлори, яка синтезує цей вітамін.

Гіповітаміноз біотину спочатку проявляється лущенням шкіри, а потім її запаленням на руках, ногах, обличчі. Пізніше з'являються в'ялість, сонливість, нудота, втрата апетиту, набрякання язика, болісні відчуття у м'язах, недокрів'я.

Джерела. Біотин міститься у всіх харчових продуктах, особливо його багато у субпродуктах (печінці, серці, нирках), дріжджах, бобових, цвітній капусті, грибах, яєчному жовтку, горіхах.

4.5.3. Жиророзчинні вітаміни

Ретинол (вітамін А, антиксерофтальмічний, антиінфекційний, вітамін росту).

Роль в організмі. Ретинол необхідний для нормального зору, клітинного диференціювання, відтворення та цілісності імунної системи, він необхідний для забезпечення процесів росту та розвитку людини, формування скелету. Ретинол бере участь у біосинтезі глікопротеїдів, які входять до складу слизових оболонок та інших бар'єрних тканин.

Властивості. Ретинол руйнується ультрафіолетовим промінням, киснем повітря, а також продуктів окиснення жирних кислот.

Потреба. Добова потреба в вітаміні А (різні форми) становить 1000 мкг; вона може задовольнятися β-каротином, який перетворюється в ретинол у стінці тонкого кишечника та печінці.

Недостатність. Через дефіцит ретинолу в харчуванні уповільнюється ріст, порушується здатність зорового апарату адаптуватися до різних ступенів освітлення середовища.

Джерела. Ретинол зустрічається тільки в продуктах тваринного походження – печінці худоби, тріски, ікри осетрових риб, вершковому маслі, яйцях, сирах. У меншій кількості ретинол міститься в сметані, вершках, жирному сирі, жирній рибі. Джерелами β-каротину є овочі, що мають жовтогаряче забарвлення, плоди, ягоди. Багаті на β-каротин морква, особливо червона (в ній міститься β-каротину в дев'ять разів більше, ніж у жовтій), гарбузи, перець червоний, зелень петрушки, зелений горошок, садова горобина, абрикоси, черешня, смородина.

Кальцифероли (вітаміни D₂, D₃, антирахітичний фактор).

Роль в організмі. Кальциферол регулює обмін кальцію та фосфору, забезпечує всмоктування цих елементів в тонкому кишечнику та перенесення кальцію із крові до кісткової тканини, тобто бере участь в її формуванні.

Властивості. Кальциферол стійкий до дії високої температури.

Потреба. Добова потреба в вітаміні D становить для дорослих 100 МЕ (2,5 мкг).

Недостатність. Тривала відсутність кальциферолу в харчуванні дітей призводить до розвитку рахіта. Основні симптоми цього захворювання пов'язані з порушенням нормального процесу кісткоутворення. Розвивається остеомаліяція – розм'якшення кісток.

При тривалому дефіциті кальциферолу у дорослих розвивається остеопороз – розпушення кісток: кістки стають крихкими внаслідок вимивання з них солей. Виникають часті переломи, які повільно загоюються. Розвивається карієс зубів.

Джерела. Вітамін D міститься, в основному, в продуктах тваринного походження – печінці, молочних жирах, жирі з печінки тріски, ікри риби.

Токофероли (вітамін E, вітамін розмноження).

Роль в організмі. Токофероли беруть участь в процесах тканинного дихання; вони є ефективними антиокислювачами, які запобігають утворенню надмірної кількості вільних радикалів в організмі. Характерним наслідком E-авітамінозу є порушення функції розмноження. Вітамін E необхідний для підтримки нормальних процесів обміну речовин у скелетних м'язах, м'язі серця, а також у печінці та нервовій системі.

Властивості. Потреба в токоферолі дорослих людей становить 12-15 мг.

Недостатність. Дефіцит токоферолу в харчуванні може виникнути при тривалій відсутності в харчовому раціоні нерафінованих олій. Для E-гіповітамінозу характерна м'язова слабкість, порушення статевої функції та периферійного кровообігу, руйнування еритроцитів.

Джерела. Багатими джерелами вітаміну Е є нерафіновані олії (соняшникова, соєва, бавовняна, кукурудзяна), зелене листя овочів та яєчні жовтки.

Філохінон (вітамін К, антигеморагічний).

Роль в організмі. Вітамін К бере участь у синтезі протромбіну та ряду сполук, необхідних для згортання крові.

Властивості. Вітамін К стійкий до нагрівання, руйнується під впливом світла, нестійкий у лужному середовищі.

Потреба. Добова потреба в вітаміні К у дорослих становить 0,2-0,3 мг.

Недостатність. Основною ознакою дефіциту вітаміну К в організмі є кровоточивість.

Джерела. Багатими джерелами вітаміну К є листяні овочі, цвітна та білокачанна капуста, томати, картопля, а також печінка.

У здорових людей вітамін К синтезується мікрофлорою кишечника.

4.5.4. Вітаміноподібні речовини

До цієї групи відносяться біофлавоноїди, холін, інозит, ліпоева, оротова, параамінобензойна кислоти та ін.

Холін (вітамін В₄).

Роль в організмі. Холін бере участь в обміні жирів, є необхідним для біосинтезу лецитину, попереджує жирове переродження печінки тобто відноситься до ліпотропних речовин. З холіну утворюється ацетилхолін, що виконує функції медіатора у нервовій системі.

Потреба. Добова потреба в холіні для дорослих становить 250...600 мг. Вона зростає при важкій фізичній праці, в умовах підвищеної температури повітря («гарячий» цех, жаркий клімат). Достатній вміст у раціоні білків, багатих на метіонін, вітаміна В₁₂ та фолієвої кислоти, зменшує потребу організму в холіні, тому що ці нутрієнти забезпечують його біосинтез в організмі.

Недостатність. Найбільш характерним симптомом холінової недостатності є жирове переродження печінки, що призводить до порушення її

важливих функцій (депонування глікогену, синтезу протромбіну, знешкодження токсичних речовин та ін.), а в подальшому – до загибелі частини клітин і розвитку цирозу. При недостатчі холіну порушуються також функції нирок та підвищується кров'яний тиск.

Джерела. Холін міститься в печінці, нирках, м'ясі, рибі, яєчному жовтку, вівсяній крупі, сметані, вершках, жирному сири, капусті.

Інозит (вітамін B₈).

Роль в організмі. Інозит грає важливу роль в обміні речовин у нервовій тканині, нормалізує її функцію, має ліпотропну дію, стимулює рухову активність травного тракту, сприяє зменшенню кількості холестерину в крові.

Властивості. Інозит добре розчиняється в воді, але при тепловій обробці продуктів руйнується 50 % його кількості. У зернових продуктах інозит утворює з фосфорною кислотою сполуку, яка не засвоюється – фітин; тепла обробка активізує фітазу, яка міститься в рослинах, що сприяє частковому розщепленню фітину.

Потреба. Дорослій людині на добу необхідно вживати 1,0...1,5 г інозиту.

Джерела. Інозит міститься у м'ясі, серці, яйцях, зернових продуктах, зеленому горошку, цитрусових, капусті та інших рослинних продуктах.

Оротова кислота (вітамін B₁₃).

Роль в організмі. Оротова кислота позитивно впливає на синтез білків, процеси росту, покращує функції печінки.

Потреба не встановлена. З лікувальною метою при деяких захворюваннях крові та печінки призначають по 1,5...3,0 г/добу.

Біофлавоноїди (вітамін P).

Роль в організмі. Вітамін P містить групу біологічно активних речовин (рутин, катехіни), які здатні підвищувати міцність стінок капілярів, завдяки чому зменшується їх проникність. Речовини з P-вітамінною дією беруть участь у тканинному диханні, зменшують витрати у тканинах аскорбінової кислоти.

Потреба. Добова потреба в вітаміні P для дорослих людей складає 35...50 мг. Вона підвищується при дії деяких виробничих отрут.

Недостатність. Р-гіповітаміноз, як правило, поєднується з С-вітамінною недостатністю. Розвивається крихкість стінок дрібних судин, виникають точкові крововиливи, болі в ногах під час ходіння, швидка втомлюваність, знижена резистентність до пошкоджувальних факторів.

Джерела. Вітамін Р міститься в перці, зеленому горошку, апельсинах, лимонах, чорній смородині, плодах шипшини, чорноплідній горобині, малині, суниці, зеленому чаї.

Метилметіонінсульфоній (вітамін U, противиразковий фактор).

Роль в організмі. Завдяки наявності лабільних метільних груп вітамін U має ліпотропну дію; аналогічно холіну. Він попереджує утворення виразок слизової оболонки шлунка та стимулює їх загоєння; позитивно впливає на функції слизових оболонок інших органів.

Властивості. Вітамін U руйнується під час теплової обробки.

Потреба в вітаміні U не встановлена.

Джерела. Вітамін U міститься у соках сирих овочів (особливо капусти) та плодів.

Пангамова кислота (вітамін B₁₅).

Роль в організмі. Вітамін B₁₅ має ліпотропну дію завдяки наявності рухомих метільних груп. Він сприяє поліпшенню тканинного дихання, особливо в умовах нестачі Оксигену.

Потреба не встановлена.

Джерела. На пангамову кислоту багаті ядра кісточок абрикосів, персиків та інших плодів, а також печінка худоби.

L-карнітин (вітамін Br).

Роль в організмі. Карнітин необхідний для перенесення жирних кислот із цитоплазми в мітохондрії, де відбувається вивільнення з них енергії.

За умови нестачі карнітину невикористані жирні кислоти накопичуються в цитоплазмі і виникає дефіцит енергії, який найбільш відчутний серцевим м'язом та скелетною мускулатурою.

Властивості. Карнітин утворюється з метіоніну та лізину за участю заліза та вітаміну С, тобто з незамінних харчових речовин, які надходять ззовні.

Потреба в карнітині для здорової людини не встановлена. Вона підвищується під час порушення ліпідного обміну, виснаження, низки захворювань, в тому числі щитовидної залози (тиреотоксикозі).

Джерела. Карнітин міститься, в основному, в продуктах тваринного походження: печінці, м'ясі, молоці.

Інші вітаміноподібні речовини містяться в більшості харчових продуктів, завдяки чому здорова людина не відчуває недостачі в цих сполуках.

4.5.5. Рекомендовані середні норми вітамінів у добовому раціоні

В природі практично немає жодного продукту, у якому містилися б усі вітаміни в кількості, достатній для задоволення в них потреби організму різних вікових та професійних груп. Тому необхідна максимальна різноманітність харчування: поруч із продуктами тваринного походження, зерновими, повинні бути овочі та плоди, в тому числі в сирому вигляді.

Добова потреба дорослого населення наведена у таблицях 4.4, 4.5.

Таблиця 4.4 – Добова потреба дорослого населення (чоловіки) у вітамінах згідно із наказом Міністерства охорони здоров'я України від 18.11.99 № 272

Групи інтенсивності праці	Коефіцієнт фізичної активності	Вік, років	Вітаміни									
			Е, мг	Д, мкг	А, мкг	В ₁ , мг	В ₂ , мг	В ₆ , мг	РР, мг	Фолат, мкг	В ₁₂ , мкг	С, мг
I	1,4	18...29	15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
		30...39	15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
		40...59	15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
II	1,6	18...29	15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
		30...39	15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
		40...59	15	1,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
III	1,9	18...29	15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
		30...39	15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
		40...59	15	1,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
IV	2,3	18...29	15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
		30...39	15	2,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80
		40...59	15	1,5	1000	1,6	2,0	2,0	22	250	3	80

Таблиця 4.5 – Добова потреба дорослого населення (жінки) у вітамінах згідно із наказом Міністерства охорони здоров'я України від 18.11.99 № 272

Групи інтенсивності праці	Коефіцієнт фізичної активності	Вік, років	Вітаміни									
			Е, мг	D, мкг	A, мкг	B ₁ , мг	B ₂ , мг	B ₆ , мг	PP, мг	Фолат, мкг	B ₁₂ , мкг	C, мг
I	1,4	18...29	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
		30...39	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
		40...59	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
II	1,6	18...29	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
		30...39	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
		40...59	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
III	1,9	18...29	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
		30...39	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
		40...59	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
IV	2,3	18...29	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
		30...39	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70
		40...59	15	2,5	1000	1,3	1,6	1,8	16	200	3	70

Для збереження вітамінів в харчових продуктах, які тривало зберігалися та піддавалися кулінарній обробці, необхідно:

- зберігати продукти в темному та прохолодному місці;
- не застосовувати первинну обробку харчових продуктів під світильником, який яскраво горить;
- мити харчові продукти у цілому вигляді або великим шматком, нарізати їх безпосередньо перед приготуванням страв;
- не залишати їх у воді протягом тривалого часу;
- не зливати воду, в якій замочували бобові або крупи, а використовувати її під час варіння;

– підготовлені овочі відразу піддавати тепловій обробці. За необхідності зберігання очищених овочів влаштовувати їх у прохолодне місце не довше, ніж на 3-5 годин;

– для варіння овочі та плоди поміщати у киплячу воду;

– суворо дотримуватися терміну теплової обробки, не допускати перегрівання;

– щільно закривати посуд, в якому здійснюється тепла обробка;

– звести до мінімуму перемішування їжі під час нагрівання;

– ширше застосовувати ті види кулінарної обробки, які не потребують тривалого нагрівання; овочі краще варити нечищеними або в цілому вигляді;

– необхідною складовою частиною щоденного раціону повинні бути свіжі овочі, плоди та ягоди. Різати та терти овочі, змішувати їх та заправляти майонезом, рослинним маслом або сметаною тільки перед вживанням;

– квашені та солоні овочі зберігати під вантажем, зануреними у росол;

– використовувати овочеві відвари для приготування супів та соусів;

– зберігати готові гарячі овочеві страви не більше 1 години; термін їх реалізації повинен бути мінімальним;

– для овочевих відварів, соусів, підлив та супів доцільно використовувати деякі відходи овочів, які багаті вітамінами, мінеральними та смаковими речовинами;

– для підвищення вітамінної цінності харчування (як джерела вітамінів групи В) до раціону доцільно вводити напої з сухих плодів шипшини, пшеничних висівок.

В їдальнях промислових підприємств та ВНЗ у весняно-зимовий період повинна здійснюватися С-вітамінізація аскорбіновою кислотою.

У школах, школах-інтернатах, дієтичних їдальнях слід щоденно вітамінізувати перші та треті страви, у тому числі чай.

Під час оцінки складу вітамінів у раціонах слід враховувати їх руйнування у процесі кулінарної обробки продуктів.

Питання для самоперевірки та контролю

1. Що таке вітаміни?
2. Що таке гіповітаміноз, авітаміноз, гіпервітаміноз?
3. Які вітаміни чинять антивітамінні дії?
4. Яке біологічне значення мають вітаміни групи В, яка потреба в них та їх харчові джерела?
5. Роль аскорбінової кислоти в організмі, добова потреба в ній та її харчові джерела.
6. Які жиророзчинні вітаміни є дефіцитними і чому?
7. Яка біологічна роль притаманна вітаміну А?
8. Яку роль в організмі виконує вітамін D?
9. Яку біологічну роль виконує вітамін Е?
10. Які сполуки відносяться до вітаміноподібних? Які продукти є їх джерелами? Як підвищити вітамінну цінність їжі?
11. Назвіть шляхи забезпечення харчових раціонів дефіцитними вітамінами.

4.6. Інгрєдїєнтний склад функціональних продуктів

4.6.1. Біологічно активні добавки – фізіологічно функціональні харчові інгрєдїєнти

Фізіологічно функціональні харчові інгрєдїєнти можуть бути внесені до продукту додатково у вигляді спеціальних препаратів – *біологічно активних добавок*.

Біологічно активні добавки (БАДи) – це природні або аналогічні природним фармакологічні комплекси, необхідні для забезпечення оптимального функціонування організму. В сучасних умовах людина не одержує їх з харчовими продуктами.

БАДи за своєю природою можуть бути продуктами рослинного, тваринного, мінерального, мікробного походження або мати комбінований склад.

При використанні БАД людина одержує широкий комплекс сполук, які діють на її організм набагато м'якше і довше, ніж синтетичні або лікувальні речовини. Вони нетоксичні, краще переносяться організмом, не викликають ускладнень та алергічних реакцій. Також важливо пам'ятати, що в процесі медикаментозного лікування і прийома БАД, вони часто знімають негативні наслідки, які виникають внаслідок застосування синтетичних лікарських речовин. Вони не накопичуються в організмі (не акумулюються). Більшість речовин, що містяться у БАД, відіграють важливу роль у підсиленні всмоктування основних компонентів, регулюють їх метаболічну і терапевтичну ефективність.

Відмінність БАД від продуктів харчування полягає в тому, що вживання необхідних елементів з продуктами важко контролювати, оскільки у свіжих овочах, плодах і ягодах може міститися достатня кількість необхідних компонентів, але при зберіганні й термічній обробці їх вміст значно зменшується.

Не слід змішувати БАД загального призначення з *харчовими добавками*, які є хімічними або природними сполуками, і які окремо не вживаються, а додаються у харчові продукти для покращення їх якісних показників та технологічних властивостей.

БАДи розрізняють в залежності від джерела їх одержання та поділяють на нутріцевтики та парафармацевтики.

Нутріцевтики – це БАДи, що використовуються для функціонального харчування з метою ліквідації дефіциту есенціальних речовин в організмі. Вони містять незамінні нутрієнти, серед яких найбільш велике лікувально-профілактичне значення мають *вітаміни та їх попередники* (зокрема β -каротин); *омега-3 і інші поліненасичені жирні кислоти*; деякі *мінеральні речовини і мікроелементи* (залізо, кальцій, селен, цинк, йод, фтор); окремі *амінокислоти*; деякі *моно- і дисахариди*; *харчові волокна* та ін.

Найпоширенішими є комплексні *вітамінно-мінеральні БАДи*, які окрім традиційних вітамінів, містять есенціальні мінеральні речовини і мікронутрієнти у легкозасвоюваній формі

Використання цих нутрієнтів дозволяє *ліквідувати дефіцит* есенціальних харчових речовин, *індивідуалізувати харчування* конкретної людини в залежності від його потреб (статі, віку, інтенсивності фізичних навантажень, генетично обумовлених особливостей біохімічної конституції, біоритмів, фізіологічного стану, екологічних умов проживання). Крім того, вони *задовольняють змінні фізіологічні потреби* в харчових речовинах хворої людини; підвищують стійкість організму до впливу несприятливих факторів навколишнього середовища; *посилюють і прискорюють зв'язування і виведення з організму чужорідних і токсичних речовин*; *направлено змінюють обмін окремих речовин*, зокрема токсикантів.

При застосуванні БАД-нутріцевтиків необхідно враховувати можливість передозування окремих компонентів. В середньому, протягом доби з БАД-нутріцевтиками повинна вживатися така кількість кожного компоненту, яка не перевищує його добової дози. *Кількість* таких *вітамінів*, як А, D, В₁, В₂, В₆, В₁₂,

ніацину, фолієвої кислоти, пантотенової кислоти, біотину *не повинна перевищувати добову потребу* більш, ніж у три рази, вітамінів С і Е – не більш, ніж у 10 разів.

Таким чином, БАД-нутрицевтики є ефективною формою *первинної і вторинної профілактики*, а також допоміжного лікування низки розповсюджених хронічних захворювань людини, особливо так званих «захворювань цивілізації».

Клінічними дослідженнями підтверджено ефективність їх використання.

Парафармацевтики – це БАДи, що використовуються для *регуляції* у фізіологічних межах функціональної активності органів та систем організму. Тобто вони виконують *адаптогенні функції*, завдяки чому відбувається підвищення адаптаційних можливостей організму в *екстремальних умовах*.

До *парафармацевтиків* відносять *мінорні компоненти* їжі, наприклад, органічні кислоти, біофлавоноїди, ферменти, біогенні аміни, пептиди, деякі олігосахариди. Дуже перспективною є група БАД-парафармацевтиків, яка забезпечує *підтримку нормального складу і функціональної активності мікрофлори кишечника*.

За умови прийому БАД-парафармацевтика не менше двох разів на добу, *добова доза* парафармацевтичного засобу, що входить до його складу, *не повинна перевищувати разову терапевтичну дозу*, визначену при застосуванні цих речовин як лікарських засобів.

Регулярне застосування біологічно активних добавок є не тільки безпечними, порівнюючи з ліками, але і природним для організму людини. Однак не слід приймати БАД у дозах, які перевищують рекомендовані. *Заключною метою прийому профілактичних БАД є попередження розвитку захворювань*, а також допомога при медикаментозному лікуванні основного захворювання.

4.6.2. Пробиотики, їх роль в організмі людини та функціональних продуктах

На нормальну мікрофлору організму людини впливають пробиотики, пребиотики та синбиотики.

Пробиотики – живі мікроорганізми, які при вживанні у певній кількості забезпечують нормалізацію кишкової мікрофлори.

До складу пробиотиків можуть входити один, два або три види мікроорганізмів.

За кордоном популярні препарати, що складаються з 6-8 пробиотиків. У зв'язку з цим з'явилися терміни «симбиотики» (від слова «симбіоз» – співдружність), «мультипробиотики».

Біфідобактерії і лактобактерії.

Молочні продукти є основними «постачальниками» пробиотичних мікроорганізмів в організм людини. До них відносяться бактерії роду *Lactobacillus*, *Lactococcus* та *Bifidobacterium*.

Біфідобактерії (від *Bifidobacterium*) виконують ряд корисних для організму людини функцій. Їм належить провідна роль у нормалізації мікробіоценозу кишечника, поліпшенні процесу всмоктування й гідролізу жирів, метаболізму протеїнів і амінів, жовчних кислот, підтримці неспецифічного захисту організму. Вони знижують рН кишечника та роблять його несприятливим для розвитку потенційно патогенних мікроорганізмів, таких як колі-форми, ентерококи, клостридії та інші.

Біфідобактерії продукують антибіотик біфідін, який є активним проти дизентерійної палички, сальмонел, золотистого стафілококу та інших патогенних бактерій. Ці бактерії синтезують вітаміни групи К і В; мають протипухлинну активність шляхом безпосереднього засвоєння таких проканцерогенів, як нітрозаміни.

Біфідобактерії стимулюють утворення антитіл, що також посилює захисні властивості організму. Біфідобактерії приймають активну участь в поновленні

нормальної мікрофлори кишечника після терапії антибіотиками. Біфідобактерії мало залежать від присутності у кишкової мікрофлорі інших мікроорганізмів.

Лактобактерії (від *Lactobacillus*) є обов'язковим компонентом пробіотичних продуктів та препаратів, оскільки вони відіграють особливу роль у мікроекології людського організму. Лактобактерії разом з іншими мікроорганізмами заселяють порожнини тіла, утворюючи біоплівку на поверхні слизових оболонок. Вони мають виражену вірусцидну дію щодо вірусу імунодефіциту людини, завдяки продукуванню високоактивного перекису водню. Крім того, проявляють антагоністичну дію по відношенню до патогенних та умовно-патогенних бактерій, що обумовлено антибіотиками, які вони продукують (ацидофіліном і лактоцидіном), дія яких підсилюється в присутності молочної кислоти. Ці мікроорганізми мають протипухлинну активність та стимулюють різноманітні ланки імунітету.

Кисломолочні продукти виготовлені із застосуванням лактобактерій широко використовують як лікувальні засоби при інтоксикації організму продуктами обміну речовин гнильної й іншої шкідливої мікрофлори; для профілактики й лікування деяких хвороб шлунково-кишкового тракту, запальних процесів дихальних шляхів, бактеріальних інфекцій сечостатевої системи.

4.6.3. Пребіотики та синбіотики у виробництві продуктів функціонального призначення

Пребіотики називають стимуляторами, або промоторами, пробіотиків.

Характерними представниками пребіотиків є полісахариди – інулін, декстринмальтоза, харчові волокна, фруктролігосахариди.

Широко вживаним біфідус-фактором у молочних продуктах є лактулоза, яка не змінює їх органолептичних показників, зокрема, смаку та запаху, тоді як використання інших пребіотиків (соєвих композицій, ячмінних, солодових екстрактів тощо) призводить до суттєвих змін смаку даної категорії продуктів. Тому збагачення молочних продуктів лактулозою є найбільш ефективним при виробництві продуктів на основі молочної сировини для дитячого, дієтичного,

профілактичного, лікувального, геродієтичного та функціонального харчування, здатних суттєво обмежити розповсюдження дисбактеріозів у населення. Для підтримки у нормі кишкової мікрофлори необхідно вживати 3-5 г лактулози на день.

Визнаними пребіотиками є й баластні речовини – харчові волокна. Вони відіграють важливу роль у нормалізації діяльності шлунково-кишкового тракту, впливають на його перистальтику, на швидкість всмоктування харчових речовин у тонкому кишечнику, на стимулювання росту бактерій у товстому кишечнику і є для них одним з важливих джерел харчування.

Харчові волокна стійкі до дії амілази й інших ферментів, і тому в тонкому кишечнику вони не всмоктуються, впливають на вуглеводний обмін, утворюючи в кишечнику пористий гель, який сповільнює проникнення у кров поживних речовин. Для прояву позитивної дії харчових волокон рекомендується вводити їх у добовий раціон у кількості не менше 30-40 г.

Харчові волокна відрізняються за складом та властивостями. Розчинні волокна краще виводять важкі метали, токсичні речовини, радіоізотопи, холестерин. Нерозчинні волокна краще втримують воду, сприяючи формуванню м'якої еластичної маси в кишечнику й поліпшуючи її виведення. Визначено такі властивості харчових волокон в організмі людини, в т.ч., хворої на цукровий діабет: вони сприяють виведенню холестерину із організму, причому «шкідливої» фракції холестерину; вирівнюванню рівня глюкози й інсуліну в крові; виведенню важких металів, радіонуклідів, токсичних речовин; поліпшенню спорожнювання кишечника, природному очищенню організму; використовуються корисними бактеріями кишечника для своєї життєдіяльності, у результаті чого збільшується кількість бактерій, що позитивно позначається на формуванні калових мас, і сприяє синтезу необхідних для організму людини речовин (вітамінів, амінокислот, жирних кислот, які використовуються клітинами кишечника).

Харчова промисловість виготовляє нову генерацію функціональних кисломолочних продуктів, які відносять до групи біопродуктів –

біопростоквашу, біойогурти, біоряженку, біокефіри. Ці продукти є багатокomпонентними (симбіотичними) і мають задані функціональні властивості.

Термін синбіотики використовується для позначення продуктів, до складу яких входять про- і пребіотики. Їх спільне застосування базується на ефекті синергізму від використання живих і неживих біологічно-активних об'єктів, яке вимагає забезпечення певних вимог при їх відборі. Синбіотик повинен стимулювати не тільки розвиток ендогенної кишкової мікрофлори, але й бути активним стосовно живих компонентів продукту. В синбіотиках поєднуються позитивні риси про- і пребіотиків, що реалізується у деяких природних продуктах, наприклад ферментованих овочах. Синбіотики й симбіотичні продукти у функціональному харчуванні є новим і перспективним напрямом.

До складу синбіотиків можуть включатися харчові волокна, імуномодулятори, ферменти, мікроелементи, рослинні добавки. Перелік таких препаратів і продуктів зростає дуже швидко. Синбіотики можуть володіти антибактеріальними, антиканцерогенними, імуномодельючими, анти-атерогенними, антиалергенними та гіполіпідемичними властивостями.

Питання для самоперевірки та контролю

1. Що являють собою продукти функціонального харчування і яким вимогам вони відповідають?
2. Основні категорії фізіологічно функціональних харчових інгредієнтів і їхній вплив на організм людини.
3. З якою метою використовують БАД?
4. Визначення та використання нутріцевтиків та парафармацевтиків.
5. Пробиотики та пребіотики, їх роль в організмі людини та функціональних продуктах.

ТЕМА 5. ЕНЕРГЕТИЧНИЙ ОБМІН ОРГАНІЗМУ ЛЮДИНИ

Людина, як і будь-який живий організм, являє собою відкриту термодинамічну систему, яка може зберігати свою цілісність та здатність до самовідтворення завдяки постійному обміну речовин із зовнішнім середовищем. Останнє є джерелом пластичних та енергетичних ресурсів у вигляді їжі та кисню повітря.

Спочатку в організмі людини під дією відповідних ферментів відбуваються процеси розщеплення складних органічних сполук їжі до простих мономерів: амінокислот, гліцерину, жирних кислот, моносахаридів та ін. Вони протікають з витратами енергії.

Отримані організмом прості речовини потрапляють з кров'ю до клітин, де під дією відповідних ферментів перетворюються на власні структури клітини, тобто зазнають процесу асиміляції (синтезу). Разом з цим у результаті окислювально-відновних реакцій у клітинах розщеплюються органічні речовини (вуглеводи, гліцерин, жирні та органічні кислоти, амінокислоти) до вуглекислого газу та води з виділенням енергії як у вигляді АТФ, так і у вигляді тепла, тобто відбуваються процеси дисиміляції (розщеплення). Енергія, яка виділяється у клітинах, витрачається на відновлення та синтез структурних елементів клітини, розмноження та різні процеси життєдіяльності клітин і організму в цілому, а також на підтримання сталої температури тіла людини.

У здорової людини в зрілому віці при вживанні достатньої кількості необхідних поживних речовин процеси асиміляції та дисиміляції знаходяться у відносній рівновазі; вона забезпечується діяльністю нейрогуморальної системи, яка спрямована на підтримання сталого хімічного складу організму.

Норми фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії затверджено наказом Міністерства охорони здоров'я України від 18.11.1999 р. № 272. Норми диференційовані для дітей та підлітків, фізично активного населення та людей похилого віку.

І група фізичної активності. До неї віднесено робітників переважно розу-

мової праці або дуже легкої фізичної активності. Для цієї групи встановлено коефіцієнт фізичної активності КФА, що дорівнює 1,4. В орієнтовний перелік спеціальностей входять: науковці, студенти гуманітарного фаху, оператори ПК, контролери, педагоги, диспетчери, робітники пультів управління тощо.

II група – це робітники, що зайняті легкою працею з малою фізичною активністю, КФА – 1,6. В орієнтовний перелік спеціальностей входять: водії трамваїв, тролейбусів, робітники конвеєрів, ваговики, швейники, паку-вальники, робітники радіоелектронної промисловості, агрономи, медсестри, робітники зв'язку, сфери обслуговування, продавці промтоварів тощо.

III група – це робітники праці середньої важкості із середньою фізичною активністю, КФА – 1,9. В орієнтовний перелік спеціальностей входять: слюсарі, наладчики, верстатники, водії екскаваторів, бульдозерів, автобусів, лікарі-хірурги, текстильники, взуттьовики, залізничники, водії вугільних комбайнів, кухарі, кондитери, продавці продтоварів, апаратники, металурги-доменщики, робітники хімічних заводів тощо.

IV група – це робітники важкої і особливо важкої фізичної праці з високою і дуже високою фізичною активністю, КФА – 2,2 (жінки), КФА – 2,3 (чоловіки). В орієнтовний перелік спеціальностей входять: будівельники, помічники буровиків, прохідники, шахтарі, метробудівники, основна маса робітників сільського господарства (механізатори, доярки, овочівники), особливо в посівний та збиральний періоди; деревообробники, металурги, ливарники, доменщики, вальники лісу, каменярі, землекопи, вантажники немеханізованої праці тощо.

Кожна група дорослого населення розділена у свою чергу на 3 вікові категорії: 18-29 років, 30-39 років і 40-59 років.

Ці норми відображають потреби організму в харчових речовинах та енергії, забезпечують їх надійний рівень, покриваючи індивідуальні відхилення у окремих людей в межах кожної групи.

Для вимірювання енерговитрат використовують *таблично-хронометражний метод*. Він заснований на використанні хронограми дня та даних з витрат енергії на окремі види діяльності, які здійснюються протягом

доби; тобто коефіцієнтів фізичної активності (КФА) по відношенню до величини основного обміну (ВОО).

У табл. 5.1 наведено основні величини добової потреби в енергії дорослого працездатного населення залежно від інтенсивності праці.

Таблиця 5.1 – Рекомендована потреба в енергії дорослого працездатного населення відповідно до груп інтенсивності праці (фізичної активності) згідно із наказом Міністерства охорони здоров'я України від 18.11.1999 р. № 272

Група інтенсивності праці (фізичної активності)	Вікова група, років	Чоловіки, ккал	Жінки, ккал
I	18–29	2450	2000
	30–39	2300	1900
	40–59	2100	1800
II	18–29	2800	2200
	30–39	2650	2150
	40–59	2500	2100
III	18–29	3300	2600
	30–39	3150	2550
	40–59	2950	2550
IV	18–29	3900	3050
	30–39	3700	2950
	40–59	3500	2850

Рекомендовані норми повинні забезпечуватися складом відповідних продуктів. Встановлено, що у жителів азіатських країн потреба у білках та жирах вища, а у вуглеводах нижча, ніж у населення, яке мешкає на Європейському континенті.

У сучасних умовах високих технологій та інформаційної революції основний фактор ризику в харчуванні людини це – диспропорція хімічного складу реальних раціонів харчування (нестача одних речовин та надлишок інших).

Найчастіше їжа має недостатню кількість пластичних, біологічно активних, захисних, профілактичних, реабілітаційних речовин за рахунок надмірної кількості енергетичних речовин, що призводять до збільшення маси тіла та ожиріння, тобто до порушень обміну речовин.

Енергетика життєдіяльності організму найточніше характеризує сумарний обмін речовин і, отже, кількісну енергетичну потребу в їжі.

На енергетику життєдіяльності організму людини впливають біологічні, екологічні і соціальні чинники.

Нормальні фізіологічні умови створюються у разі *енергетичної рівноваги*, тобто у разі відповідності надходження і витрати енергії протягом доби.

Енергетичні витрати можна розділити на *нерегульовані* волею людини і *регульовані витрати енергії*.

Енерговитрати та енергетичну цінність (*енергоцінність, калорійність*) їжі виражають у кілокалоріях (ккал).

До *нерегульованих* видів енергетичних витрат належать витрати енергії на *основний обмін* та *специфічно-динамічну дію* їжі.

Енергія *основного обміну* витрачається на підтримання на необхідному рівні за даних умов існування функцій життєзабезпечуючих систем організму – серця і системи кровообігу, легень, нирок, ендокринної системи, підтримання сталості температури тіла, забезпечення м'язового тону та інших постійних функцій. Величину енергії основного обміну визначають натще (останній прийом їжі за 14-16 годин до дослідження) у стані спокою (лежачи у зручному положенні) за температури повітря 18-20°C. Енергія основного обміну кожної людини індивідуальна і у той же час досить постійна: у дорослих чоловіків із середньою масою тіла 70 кг вона складає біля 1700 ккал, у молодих жінок із середньою масою тіла 60 кг – 1400 ккал на добу. Прийнято за величину енергії основного обміну 1 ккал на 1 кг маси тіла за 1 годину. Величину основного обміну можна визначити спеціальним дослідженням або за спеціальними формулами і таблицями (Гарріса, Бенедикта тощо).

Розрахунки під час визначення середніх фізіологічних норм харчування звичайно роблять на стандартну масу тіла, яка залежить від зросту, віку і статі. Середня величина споживання енергії для різних груп дорослого населення розрахована виходячи із середньої ідеальної маси тіла 70 кг для чоловіків і 60 кг для жінок.

Таблиця 5.2 – Добові енерговитрати дорослого населення без фізичної активності (основний обмін)

Маса тіла, кг	Вік			
	18-29 років	30-39 років	40-59 років	60-74 роки
Чоловіки				
50	1450	1370	1280	1180
55	1520	1430	1350	1240
60	1590	1500	1410	1300
65	1670	1570	1480	1360
70	1750	1650	1550	1430
75	1830	1720	1620	1500
80	1920	1810	1700	1570
85	2010	1900	1780	1640
90	2110	1990	1870	1720
Жінки				
40	1080	1050	1020	960
45	1150	1120	1030	1030
50	1230	1190	1160	1100
55	1300	1260	1220	1160
60	1380	1340	1300	1230
65	1450	1410	1370	1290
70	1530	1490	1440	1360
75	1600	1550	1510	1430
80	1680	1630	1580	1580

Специфічно-динамічна дія (СДД) харчових речовин пов'язана із посиленням окисних процесів, необхідних для перетворення харчових речовин в організмі, тому прийом їжі супроводжується підвищенням основного обміну у разі змішаного харчування на 10-15 % на добу. Прийом білків підвищує основний обмін на 30-40 %, жирів – на 4-14 %, вуглеводів – на 4-7 %.

Інтенсивність обміну енергії залежить від віку, статі і маси тіла. Вже у перші дні після народження основний обмін підвищується і у віці 1 року знаходиться на рівні 46-54 ккал/кг на добу. Максимальної величини він досягає до 1,5 року і складає 55-60 ккал/кг на добу, потім повільно знижується. У період статевого дозрівання основний обмін збільшується, потім вторинно знижується. У віці 20-40 років він відносно стабільний – у межах 23 ккал/кг на добу. Після 40 років, або і значно раніше, активність окисних процесів в організмі знижується, особливо різко у людей, котрі не приділяють уваги фізичній активності. Вікові зміни енергетичного обміну у дорослих відбуваються внаслідок знижен-

ня інтенсивності життєвих відправлень організму. Середня енергетична потреба чоловіків і жінок віком 20-39 років практично не змінюється; у віці 40-59 років у перерахунку на кілограм маси тіла знижується за кожне десятиліття на 5 %, з 60 років – на 10 %.

Статеві відмінності в основному обміні енергії проявляються вже у грудному віці: у хлопчиків він вищий. До 8 років ці відмінності досягають 6 %, а до 12 років – 10-12 %.

У період статевого дозрівання активність окисних процесів у організмі дівчаток вища, потім знижується. У дорослих чоловіків основний обмін вищий на 5-7 % ніж у жінок. До старості статеві відмінності основного обміну згладжуються і зазвичай звичайно не перевищують 3 %. У жінок основний обмін менш стабільний: він змінюється у період вагітності і годування груддю, а також коливається протягом менструального циклу.

З інших біологічних чинників на енергетику життєдіяльності організму впливає маса тіла.

Витрати енергії, що регулюються, включають витрату енергії на трудову діяльність, побутову поведінку, домашню роботу, заняття спортом тощо. Ці витрати енергії залежать від умов існування і волі людини та можуть збільшуватися або зменшуватися.

Величина витрати енергії для виконання виробничих процесів (трудова діяльність) визначається об'ємом і характером м'язової фізичної роботи. Чим більше виробничий процес насичений ручною роботою, що потребує фізичних зусиль, тим вищі витрати енергії. Тобто, для визначення величин енергетичних витрат різних професійних груп вирішальне значення має обсяг фізичної роботи, що застосовується у даному виді праці. Дуже активна м'язова діяльність (заняття спортом) може підвищувати обмін речовин у 10 і більше разів.

Із екологічних чинників, що впливають на енергетику життєдіяльності, найважливішими є кліматичні особливості зони проживання.

Енергетичні потреби людини у районах північної зони на 10-15 % вищі, а у районах південної зони – на 5 % нижчі, ніж у центральних районах.

Розумова діяльність мало впливає на підвищення енергетичного обміну; під час неї посилюються головним чином пластична і біорегуляторна функції їжі. У зв'язку з цим підвищується значення принципу збалансованості раціону харчування за незамінними біологічно активними речовинами.

Якщо енергетична цінність добового харчового раціону не покриває витрати енергії протягом доби, виникає *негативний енергетичний баланс*, що спричиняє мобілізацію всіх ресурсів організму на максимальну продукцію енергії для покриття енергетичного дефіциту. У цьому разі всі харчові речовини, у тому числі білок, використовуються як джерела енергії.

Переважне використання білка з енергетичною метою на шкоду його пластичному призначенню є основним несприятливим чинником негативного енергетичного балансу. У цьому разі витрачається не тільки білок, що надходить у складі їжі, але і білки тканин, спричиняючи в організмі білкову недостатність. Тобто негативний енергетичний баланс нерозривно пов'язаний з білковою недостатністю, яка призводить до аліментарного маразму та дистрофії.

Не менш серйозні негативні наслідки спричинює виражений *позитивний енергетичний баланс*, коли тривалий час енергетична цінність харчового раціону значно перевищує витрати енергії, що виробляється. Він викликає надмірну масу тіла, ожиріння, атеросклероз, гіпертонічну хворобу.

Джерелом енергії для організму людини є їжа. Із усіх поживних речовин, що містяться у їжі, основними джерелами енергії служать засвоювані вуглеводи і жири. Особливо важливі вуглеводи, оскільки вони легше за інші харчові речовини зазнають перетворень із звільненням відповідної кількості енергії. Енергетична цінність добового раціону більше ніж наполовину (54-56 %) повинна бути забезпечена за рахунок *вуглеводів*. *Жири* є найбільш концентрованим джерелом енергії – під час їх окиснення виділяється більше ніж у два рази енергії, ніж під час згоряння такої самої кількості вуглеводів. У добовому раціоні загальний вміст жирів має складати приблизно 30% загальної енергетичної цінності. Роль *білків* у енергетичному відношенні незначна (11- 13 %), бо вони в основному використовуються для пластичних потреб організму.

Усі продукти харчування як джерела енергії умовно можуть бути поділені на 5 груп:

I група – енергетична цінність 100 г продуктів дуже велика – 350 ккал і більше (жир і жирові продукти, цукор і кондитерські вироби, жирні сорти м'яса тощо);

II група – енергетична цінність велика – 200-349 ккал (хлібобулочні вироби, макарони, крупи, молочні продукти 20% жирності, м'ясо і м'ясні продукти, риба і рибопродукти тощо);

III група – енергетична цінність помірна – 50-199 ккал (молочні продукти, птиця і риба нежирні, яйця, овочі, фрукти тощо);

IV група – енергетична цінність мала – 30-49 ккал (кефір і кисле молоко нежирні, буряки, морква, фрукти і ягоди несолодкі, дині, кавуни, цитрусові тощо);

V група – енергетична цінність дуже низька – 30 ккал (капуста, гарбуз, кабачки, огірки, салати, сік томатний, журавлина тощо).

Рослинні продукти (хлібобулочні, макаронні і круп'яні вироби, овочі, фрукти тощо) повинні складати біля 2/3 енергетичної цінності добового раціону, а тваринні (м'ясо-рибні, молочні, яєчні тощо) – 1/3.

Природні харчові продукти поряд з нутрієнтами містять ряд інших компонентів, які потрапляють в організм і впливають на нього.

Питання для самоперевірки та контролю

1. Назвіть фактори, що впливають на потребу людини в енергії.
2. З чим пов'язані розбіжності добових енерговитрат людей різних спеціальностей?
3. Які речовини, що входять до складу харчових продуктів, є джерелами енергії в організмі?

ТЕМА 6. ГЕНЕТИЧНО МОДИФІКОВАНІ ПРОДУКТИ

6.1. Класифікація генетично модифікованих продуктів

Сучасним напрямом науково-технічного прогресу є біотехнологія та її галузь – генна інженерія, яка поряд з традиційними технологіями збільшення врожайності сільськогосподарських культур, зниження чутливості рослин до шкідників, мікроорганізмів та гербіцидів, дозволить в короткий термін врятувати людство від голоду за рахунок збільшення обсягу харчових продуктів.

«Генна інженерія – конструювання *in vitro* функціонально активних генетичних структур (рекомбінантних гібридних ДНК) або створення штучних генетичних програм

Завдяки розвитку генної інженерії з'являються:

- нові сорти рослин покращеної якості з підвищеною врожайністю або стійкістю до гербіцидів та шкідників, що мають покращені смакові якості та змінений вміст будь-яких поживних речовин (білків, жирів, вуглеводів, вітамінів тощо);
- високопродуктивні сільськогосподарські тварини із підвищеною продуктивністю та якістю продуктів (наприклад, покращується склад молока корів) та можливості опору різним захворюванням;
- мікроорганізми з новими та посиленими властивостями.

Таким чином генна інженерія базується на принципах традиційної селекції, за допомогою якої від однієї рослини, тварини чи мікроорганізму до іншої передається нова властивість через багато чисельність їх генів, що значно прискорює процес отримання рослин, тварин або мікроорганізмів із заданими властивостями. Так з'являється генетично модифікований організм.

Генетично модифікований організм (ГМО) — організм або декілька організмів чи безклітинне, одноклітинне або багатоклітинне утворення, здатне до відтворення або передачі успадкованого генетичного матеріалу, відмінні від природних організмів, отримані з використанням методів генної інженерії і містять генно-інженерний матеріал, в тому числі гени, їх фрагменти або комбінації генів.

В якості генно-інженерного матеріалу можуть використовуватися гени бактерій, рослин, тварин, і, навіть людини.

Генетично-модифіковані організми та сировина використовується для отримання генетично модифікованих продуктів. Генетично модифіковані продукти (ГМП) або джерела (ГМД) використовуються людиною в їжу в натуральному або переробленому вигляді, отримані з генетично модифікованих організмів або містять їх у своєму складі.

Генетично модифіковані продукти за своїм походженням можна поділити на продукти рослинного та тваринного походження.

Генетично модифіковані продукти рослинного походження за характером змін, які відбуваються з їх геном, можна умовно розділити на дві групи.

До першої групи відносять культури з поліпшеними агрономічними властивостями. Вони містять гени стійкості до гербіцидів (соя, рапс, пшениця тощо), а також гени ґрунтової бактерії *Bacillus thuringiensis*, що забезпечують захист рослин від комах-шкідників (картопля, хлопок, кукурудза, томати тощо).

Друга група об'єднує рослини, генетична модифікація яких дозволила поліпшити певні властивості продуктів, які одержують з них:

- харчові – соя, рапс;
- технологічні – картопля, томати;
- органолептичні – виноград і низка інших.

Якщо транс генні культури рослинного походження використовуються достатньо широко в якості сировини для виробництва продуктів харчування, то дослідження по одержанню транс генних тварин знаходяться на стадії експериментальних відпрацювань створення схем введення ефективної експресії чужорідних генів (трансгенів). Трансгенні технології можуть використовуватися для виведення поліпшених порід тварин і птиць: корів із більш високою удійністю, овець із якісною шерстю, курей із підвищеною яйценосткістю тощо.

Генномодифіковані продукти мікробного походження (ГММО) або транс генні мікроорганізми – це мікроорганізми (бактерії, дріжджі, синьо-зелені

водорості, віруси та інш.) в яких генетичний матеріал (дезоксирибонуклеїнова кислота) змінена із використанням методі генної інженерії.

За допомогою ГМ – мікроорганізмів одержані продукти харчування та їх компоненти:

- бактеріальні харчові ферменти;
- гриби й дріжджі, які використовують у виробництві вина та сирів;
- дріжджі для хлібопекарської і пивоварної промисловості;
- сири, пиво, молочна продукція, копчені ковбаси.

В залежності від технології отримання генетично модифіковану продукцію прийнято поділяти на три категорії. До *першої категорії* відносять продукти, композиційно аналогічні традиційним (за молекулярними і генотипними характеристиками, рівнем вмісту ключових нутрієнтів, антиаліментарних, токсичних речовин і алергенів, характерних для певного виду чи продукту). Вони, як і аналог, безпечні та не вимагають додаткових досліджень. Більшість вирощуваних з комерційними цілями генетично модифікованих рослин належать саме до цієї групи.

Друга категорія – це генетично модифікована продукція, яка має визначені розбіжності з аналогом, що пов'язані з введенням нового гена та синтезом нового білка. Дослідження якості та безпечності такої продукції концентруються саме на цьому білку та характеристиці його властивостей.

До *третьої категорії* відносять генетично модифіковані продукти з навмисно зміненим композиційним хімічним складом (вітамінним, білковим), що не є характерним для даного виду продуктів.

Проте одержання генетично модифікованих джерел їжі, просування їх на світовому продовольчому споживчому ринку викликає запеклі суперечки прихильників і супротивників. Це обумовлюється тим, що всі генетично модифіковані продукти пов'язані з появою абсолютно нових живих організмів, які мають нові генетичні якості і відіграють відповідну роль в природі. Зростає опірність людей до антибіотиків, тому що більшість генетично модифікованих рослин містять гени, які стійкі до них. При

споживанні таких рослин, лікування людини антибіотиками буде малоефективним. Можливим є поява тератогенної, імунотоксичної, мутагенної, канцерогенної дії харчових продуктів.

Трансгенні рослини завдяки підвищеному вмісту лектинів стійкі до комах і шкідників, але можуть бути мутагенними і суттєво впливати на ембріон людини. Деякі трансгенні рослини, що стійкі до гербіцидів, є потенційно небезпечні, оскільки мають канцерогенні, імунотоксичні, ембріотоксичні властивості. Такі властивості має генетично модифіковані картопля, що стійка до гербіциду атразину, та цукровий буряк, який стійкий до гліфосату.

Трансгенна кукурудза і томати здатні виробляти сполуки, які розкладаються в організмі людини на токсичні та мутагенні речовини. Деякі трансгенні сорти рослин, що стійкі до комах, виробляють білки, які здатні блокувати дію ферментів органів травлення не тільки у комах, алей у людини, і зокрема, впливати на підшлункову залозу.

У деяких генетично модифікованих сортах рису за рахунок змінених внутрішньоклітинних процесів накопичуються біологічно активні продукти розпаду ферментів, які сприяють підвищенню врожайності, але здатні спровокувати утворення злоякісних пухлин у людини.

При вживанні генетично модифікованої продукції в їжу деякі чужорідні гени можуть вживлятися у мікрофлору кишечника людини та потрапляти у внутрішні органи. Особливо це небезпечно для вагітних жінок: з'являється висока вірогідність того, що чужорідні ДНК можуть трансформуватися в геном дитини, що може призвести до вродженої потворності, мутацій і, навіть до загибелі плода. У генетично модифікованих організмах утворюються ферменти, які можуть призводити до алергії, захворювань шкіри та шлунку.

Отже, вони можуть мати пряму загрозу для людини – зростання онкозахворювань і мутації.

Використання в харчуванні населення генетично модифікованої продукції може мати наступні наслідки (рис. 6.1.).



Рис. 6.1. Можливості та наслідки використання генетично модифікованої продукції

За результатами японських вчених було визначено, що споживання людиною двох столових ложок генетично модифікованої сої за добу протягом

місяця призводило до значного підвищення рівня тиреостимулюючого гормону і подальшого розвитку захворювання щитовидної залози.

Дослідження вчених свідчать про взаємозв'язок між годуванням дітей соєвим молоком і розвитком у них аутоімунних захворювань. Споживання під час вагітності біоактивних добавок із соєвим лецитином призводить до зниження активності кори мозку у ембріона. Висока концентрація фітоестрогенів сої (які є аналогами статевих гормонів) в дитячому харчуванні викликала раннє статеве созрівання дівчат і порушувала фізичний розвиток хлопчиків. Серед дітей, що хворі на діабет, у два рази було більше таких, кому в дитинстві в раціон харчування додавали сою. Тому в деяких країнах, зокрема в Швеції, медики рекомендують обмежувати споживання соєвих продуктів у дитячому харчуванні. Дослідженнями вчених різних країн встановлено, що споживання генетично модифікованої сої призводить до виникнення онкологічних захворювань, а також до незворотних змін імунної системи людини.

Значної екологічної небезпечності трансгенних сортів і гібридів рослин у природному середовищі не виявлено, але існує їх потенційна небезпечність.

Вирощування генетично модифікованих культур може бути причиною порушення екологічного балансу, адаптації шкідників до генетично модифікованих рослин, знищенню корисних комах та інших живих істот. За рахунок того, що генетично модифіковані рослини можуть передавати свої властивості близьким видам, можуть з'явитися стійкі до гербіцидів бур'яни.

Українські вчені виділяють дві групи *небезпеки*, що пов'язані з використанням генетично модифікованих організмів. Перша група небезпеки пов'язана з тим, що антивірусні гени, вбудовані в ГМО, можуть комбінуватися з генами інших вірусів, які природним шляхом заражають рослини, що приведе до появи нових небезпечних вірусів. До другої групи небезпеки належить пилок генетично модифікованих рослин, який переноситься на великі відстані і запилює інші рослини, передаючи їм нові гени. Таким чином вони будуть витісняти дикі форми, що призведе до зменшення біорізноманітності.

Крім негативних тенденцій в сільському господарстві, ризиків промислового виробництва генетично модифікованих культур, існує інша загроза, а саме, економічна, політична і соціальна, яка виявляється в монополізації виробництва продуктів харчування, впливу на довгостроковий запас продуктів, відсутності маркування генетично модифікованих продуктів. Споживач, не маючи об'єктивної і своєчасної інформації про потенційну загрозу генетично модифікованих продуктів та їх наявність у торговельній мережі, не може чинити їм опір.

Генетичні маніпуляції над росинами і тваринами вважаються найновішою формою біологічного забруднення довкілля.

Оцінка безпеки генетично модифікованої продукції, що надходить на продовольчий ринок України, здійснюється провідними науковими центрами країни в трьох напрямках:

- медико-генетичному,
- медико-біологічному;
- технологічному.

Медико-генетичне оцінювання харчової продукції, отриманої з генетично модифікованих організмів, передбачає експертизу структури рекомбінантної ДНК, що включена в геном, у тому числі маркерних генів, оцінювання регуляторних послідовностей, визначення стабільності генетично модифікованих організмів упродовж життя декількох поколінь. Таке дослідження проводиться акредитованими генетичними центрами.

Медико-біологічне оцінювання харчової продукції проводять шляхом визначення показників якості та безпеки, аналізу результатів токсикологічних досліджень на лабораторних тваринах, дослідження алергенних властивостей, імовірних мутагенних та канцерогенних ефектів

Токсикологічні випробування харчових продуктів проводять на групах тварин, що отримують раціони з традиційними та генетично модифікованими продуктами.

Технологічне оцінювання включає дослідження споживчих властивостей

продукції та її принадність залежно від різних видів технологічної переробки.

В Україні налагоджений постресстраційний моніторинг за харчовою продукцією з генетично модифікованих джерел, що базується на експертизі супровідної документації на продукт та виявленні чужорідної ДНК методом полімерної ланцюгової реакції (ПЛР).

Питання для самоперевірки та контролю

1. Дайте визначення терміну «генна інженерія», «генетично модифікований організм», «генетично модифікований продукт»
2. Які продукти відносять до першої, другої та третьої категорії генетично модифікованої продукції?
3. Які ризики можливі при вживанні генетично модифікованої продукції в їжу?
4. Які дослідження свідчать про небезпечність генетично модифікованих продуктів?
5. Які принципи покладені в основу методики оцінювання безпеки генетично модифікованих продуктів?