

## Макронутрієнти: білки.

1. Фізіолого-гігієнічна роль білків.
2. Наслідки надлишку та дефіциту білків у раціонах харчування.
3. Фізіолого-гігієнічна роль незамінних амінокислот.
4. Фізіолого-гігієнічна роль замінних амінокислот.
5. Наукове обґрунтування фізіологічної норми білка.
6. Оптимальний та безпечний рівні вмісту білків у харчовому раціоні.
7. Поняття про біологічну цінність білків.
8. Хімічні показники оцінки біологічної цінності білків.
9. Біохімічні та біологічні показники біологічної цінності білків.
10. Різниця у біологічній цінності білків тваринного і рослинного походження
11. Засвоєння білків. Вплив інгібіторів протеаз на засвоєння білків.
12. Шляхи розв'язання проблеми недостатності білків у харчовому раціоні.

Білки - це незамінні компоненти раціону, без яких неможливе життя, ріст і розвиток організму. З білками пов'язані основні прояви життя: обмін речовин; скорочення м'язів та рух; подразливість нервів; здатність до росту, розмноження і мислення.

В організмі людини білків міститься в середньому 17 % від маси тіла, а в перерахунку на сухі речовини - 44 %, в тому числі: 30 % білків містяться у м'язах; близько 20 % - у кістках і сухожиллях; біля 10 % - у шкірі. Протягом 5-6 місяців відбувається повна заміна власних білків тіла людини. Нагромадження і накопичення білків в організмі дорослих людей не відбувається.

Білки складаються із  $\alpha$ -амінокислот. В організмі людини близько 80 амінокислот, однак до складу білків продуктів харчування входять лише 20, які називають іноді природними або протеїногеннимим. Сьогодні залишається загадкою те, чому життя на Землі, починаючи з мікрогрибів, засноване на білках, побудованих саме з L-, а не D- $\alpha$ -амінокислот. L-амінокислоти досить широко поширені в живій природі (бактерії) і входять до складу біологічно значущих олігопептидів.

Білки мають надзвичайно важливе значення для організму людини, їх неможливо замінити іншими речовинами. Вони належать до незамінних, **есенціальних** речовин і це зумовлено фізіологічними функціями, які виконують білки в організмі.

Білкові структури організму



Фізіологічні функції білків

Функції	Проявлення функції
Пластична (будівельна)	Незамінний субстрат для утворення власного специфічного білка в організмі, завдяки чому відбувається ріст і розвиток дитячого організму та відновлення клітин, що зносилися
Енергетична	Енергетичний коефіцієнт 1 г білка - 16,8 кДж (4 ккал)
Гормональна (регуляторна)	<i>Гормони</i> - в більшості білки і забезпечують нейрогуморальну регуляцію організму; <i>нейропептиди</i> - відповідають за важливі процеси (сон, пам'ять, почуття страху та тривоги)
Каталітична (ферментативна)	Білки - основний компонент ферментів і забезпечують їх структурні й каталітичні функції
Транспортна	Складні білки-переносники транспортують в органи та тканини кисень, водорозчинні вітаміни, мінеральні речовини та продукти метаболізму
Захисна	Найважливіші фактори імунітету - білки. Вони забезпечують утворення антитіл, виведення токсинів, процес згортання крові. На основі цієї функції створена галузь науки - імунологія
Механічна (моторна)	Білки забезпечують скорочення і розслаблення м'язів, роботу внутрішніх органів, рух протоплазми в клітинах
Опорна	Білки - складова кісток і хрящів, нігтів і волосся
Рецепторна	Багато білків виконують функцію пізнання і передачі сигналів у клітину з зовнішнього середовища

Дефіцит і надлишок білка у харчовому раціоні негативно впливає на функціонування організму.

**Дефіцит білків у дитячому організмі** призводить до пластичних, гормональних, імунних та ферментативних розладів, а саме: ♦ затримується ріст; ♦ гальмується кісткоутворення; ♦ порушується фізичний та психічний розвиток; ♦ порушуються процеси травлення, кровотворення.

Тривалий **надлишок** надходження білка до організму, що розвивається, призводить до: ♦ прискороного окостеніння епіфізів кісток; ♦ затримання росту; ♦ порушення гармонійності статури; ♦ збільшення темпів продукції статевих гормонів та прискорення статевого розвитку.

В організмі дорослих при дефіциті білків порушуються такі функції організму: ♦ знижується апетит та маса тіла; ♦ збільшується втомлюваність та знижується працездатність; ♦ уражається імунна система та підвищується рівень захворюваності; ♦ знижується активність ферментів, порушуються процеси травлення і кровотворення; ♦ негативно впливає на печінку, серцево-судинну та дихальну системи; ♦ знижується функціональна здатність статевого апарату.

При **надлишку** надходження білка до дорослого організму відбуваються біохімічні перетворення невикористаних амінокислот, що призводить до: ♦ інтоксикації організму продуктами метаболізму білків; ♦ зниження фізичної працездатності (сприяє розвитку втоми); ♦ накопичення кислих радикалів; ♦ утворення сечокислового каміння та новоутворень у суглобах; ♦ гальмування нервово-психічних реакцій.

### **Фізіолого-гігієнічна роль амінокислот.**

Фізіолого-гігієнічна цінність білків харчових продуктів залежить від кількості і співвідношення в них **незамінних амінокислот**, які не можуть синтезуватися в організмі й повинні надходити тільки з їжею.

Незамінних амінокислот (НАК) називають десять (вісім - для дорослого організму: метіонін, триптофан, лізин, фенілаланін, лейцин, ізолейцин, треонін, валін та дві амінокислоти: аргінін, цистеїн - для дитячого організму). Кожна амінокислота виконує певну фізіологічну функцію в організмі.

### **Фізіологічна роль незамінних амінокислот.**

**МЕТІОНІН** - ростова, ліпотропна, протекторна НАК

- є могутнім детоксикаційним агентом, антиоксидантом, гальмує старіння;
- сприяє регенерації тканин печінки і нирок і має ліпотропні властивості;
- запобігає стомленню, випаданню волосся;
- полегшує ревматичні розлади;
- розщеплює холестерин;
- сприяє боротьбі з інфекціями;
- бере участь в утворенні холіну, адреналіну, цистеїну, глікогену, S-аденозилметіоніну.

**ТРИПТОФАН** - найважливіша ростова НАК

- бере участь у:
  - мозкових процесах (апетит, сон, настрій);
  - синтезі тканинних білків та білків крові;
  - синтезі нікотинової кислоти, (вітаміну РР), серотоніну;
- зміцнює імунну систему;
- зменшує ризик спазмів артерій і серцевого м'язу;
- сприяє росту шкіри і волосся;
- поліпшує травлення;
- сприяє утилізації вітамінів групи В;
- є антидепресантом;
- підвищує опірність стресам.

**ЛІЗИН** - найважливіша ростова НАК

- регулює процеси кровотворення;
- є субстратом довготривалої пам'яті, стимулює розумову працездатність, усуває порушення здібностей;
- послаблює ріст вірусів;
- бере участь в утворенні антитіл, зберігає імунну систему;
- протидіє стомленню;
- сприяє відновленню кісткових і сполучних тканин;
- поліпшує абсорбцію кальцію;
- цукор руйнує лізин.

**ФЕНІЛАЛАНІН**

- бере участь у синтезі сполучних тканин і пігменту меланіну;

- покращує пам'ять, увагу, настрій;
- є стимулятором ЦНС;
- антидепресант;
- знижує апетит;
- стимулює щитоподібну залозу до продукції тиреоїдних гормонів;
- поліпшує функціонування кровоносної системи;
- допомагає утворенню інсуліну, адреналіну, норадреналіну, тироксину і трийодтироніну;
- підвищує працездатність.

### ІЗОЛЕЙЦИН

- метаболізується в м'язову тканину;
- бере участь в утворенні гемоглобіну, глікогену;
- розщеплює холестерин;
- бере участь у метаболізмі цукру.

### ЛЕЙЦИН

- забезпечує ріст організму;
- зміцнює імунну систему;
- знижує вміст цукру у крові;
- нормалізує діяльність щитоподібної залози і нирок;
- сприяє загоєнню ушкоджень шкіри і кісткової тканини; розщеплює холестерин.

### ТРЕОНІН - ліпотропна, імуннозахисна НАК

- регулює передачу нервових імпульсів медіаторами;
- нормалізує діяльність шлунково-кишкового тракту;
- складова сполучних білків;
- детоксикатор;
- бере участь у процесах росту тканин, у біосинтезі ізолейцину;
- сприяє енергетичному обміну в м'язових клітинах.

### ВАЛІН

- метаболізується у м'язову тканину;
- нормалізуюче діє на нервову систему;
- захищає мієлінову оболонку;
- забезпечує координацію тіла;
- стимулює розумову діяльність і активність;
- бере участь у синтезі глікогену, пантотенової кислоти;
- антинаркоманний.

### АРГІНІН - НАК для дитячого організму

- о аргінін називають "речовиною молодості", оскільки вона регулює синтез багатьох гормонів;
- детоксикатор і гепатопротектор;
- заторможує розвиток пухлин, ракових утворень;
- бере участь у процесах росту м'язів, сполучної тканини;
- знижує жирові запаси організму;
- стимулює імунну систему;
- запобігає фізичній і розумовій втомі;
- стимулює сперматогенезу;

- сприяє синтезу глікогену;
- при недостатчі аргініну організм швидко старіє;
- запобігає хворобам серця, судин.

#### ЦИСТЕЇН - умовно НАК

- поліпшує функції мозку;
- зміцнює імунну систему;
- учасник обміну метіоніну;
- детоксикатор (донор SH-груп);
- поліпшує засвоєння селену;
- стимулює ріст волосся;
- знижує шкідливі наслідки паління й алкоголю;
- прискорює загоєння тканин;
- сприяє продукції жовчі;
- переносить інші амінокислоти по організму;
- у харчовій промисловості використовується як антиоксидант, що захищає вітамін С від руйнування у готових виробах.

#### Фізіологічна роль важливих заміennих амінокислот

##### ГЛІЦИН

- учасник утворення гормонів, які поліпшують імунну систему;
- бере активну участь у забезпеченні киснем процесу утворення нових клітин;
- антидепресант, має заспокійливий вплив;
- сприяє мобілізації жиру з печінки;
- бере участь в утворенні імуноглобулінів і антитіл;
- знижує кислотність шлункового вмісту;
- підсилює ріст кісткових тканин.

##### ТИРОЗИН

- використовується організмом замість фенілаланіну при синтезі білка;
- попередник гормонів щитоподібної залози;
- антидепресант; засіб проти втомлюваності та стресів;
- сприяє функціонуванню наднирників, гіпофізу і щитоподібної залози;
- учасник утворення червоних і білих кров'яних тілець.

##### АЛАНІН

- важливе джерело енергії для функціонування центральної нервової системи, м'язів;
- бере участь у процесі створення імуноглобулінів і антитіл;
- регулює рівень цукру в крові;
- учасник енергетичних процесів;
- сприяє накопиченню глікогену печінкою і м'язами;
- сприяє відновленню після травм.

#### Фізіологічні основи нормування білка у раціонах харчування

При безбілковій дієті, цілком задовольняючи потреби організму людини в енергії, втрати білка, "коефіцієнт, який характеризується зношуванням", становить 13-17 грам на добу. Але навіть якщо до раціону включити цю кількість білка, то білкова рівновага не настане, тому що:

- по-перше, з невідомих причин споживання білка супроводжується підвищеним виведенням азоту (по кількості виведеного азоту мають уяву про втрати білка);

- по-друге, частка харчових білків, що йде на побудову білка самого організму, залежить від їхнього амінокислотного складу.

Фізіологічна цінність білків для людини є різною і визначається вмістом у них незамінних амінокислот. Синтезуються білки в організмі людини з амінокислот, що утворюються за рахунок засвоєння білків харчового раціону ( $\frac{1}{3}$  -  $\frac{1}{4}$  власних білків), так і за рахунок дисиміляції ( $\frac{2}{3}$  -  $\frac{3}{4}$  власних білків).

Нормування білків враховує азотистий баланс, який може бути негативним, позитивним і адекватним (азотиста рівновага).

*Азотиста рівновага* - це кількість азоту, яка надійшла до організму з їжею і дорівнює кількості азоту, яка виведена з організму (з сечею, калом, потом, волоссям, нігтями).

*Позитивний азотистий баланс* характерний для дітей у зв'язку з ростом, розвитком.

*Негативний азотистий баланс* є характерним під час повного або часткового голодування, споживання низькобілкових раціонів, порушенні засвоєння білків у шлунково-кишковому тракті, під час хвороб.

### **Фізіологічна потреба у білку.**

Наукове обґрунтування фізіологічної потреби у білку відбувається за азотистим балансом. Якщо людина знаходиться на безбілковому харчовому раціоні, то втрати азоту з сечею, калом та потом становлять 85 мг на 1 кг маси тіла. Тоді мінімальна норма споживання білка буде:  $(85 \text{ мг} \cdot 6,25) = 0,5 \text{ г}$  на 1 кг маси тіла. Така кількість білків забезпечить рівновагу між процесами синтезу та розпаду їх в організмі людини. Враховуючи рівень засвоєності білків, стресові ситуації, фізичні навантаження, безпечний рівень споживання білків становить 0,75 г на 1 кг маси тіла, а максимальний - 1,1 г. *Таким чином:*

- **мінімальна потреба у білках - 0,5 г** на 1 кг маси тіла, забезпечує азотисту рівновагу і є нижньою межею безпеки, яка задовольнить потребу у білку для 60 % населення.

- **оптимальна потреба у білках - 0,75 г** на 1 кг маси тіла, забезпечує поправку на стресову ситуацію (20 %) і забезпечує засвоєність білків (30 %).

- **максимальна потреба у білках - 1,1 г** на 1 кг маси тіла, забезпечує витрати на фізичну працю (40 %), є *верхня межа безпеки* і задовольнить потребу у білку для 95 % населення. Для спортсменів, військовослужбовців потреба у білку - 2 г на 1 кг маси тіла, для підлітків та чоловіків у період виконання ними репродуктивної функції - 2,5-3 г.

Потреба у білках залежить від енерговитрат і становить при енерговитратах більше 3000 ккал - 11 %, 2500-3000 ккал - 12 %, 2000-2500 ккал - 13 % від енергоцінності раціону.

#### ***Добова потреба у незамінних амінокислотах, г:***

триптофан - 1, треонін - 2-3, лейцин - 4-6, метіонін - 2-4, ізолейцин - 3-4, лізин - 3-5, валін - 3-4, фенілаланін - 2-4.

### **Поняття біологічної цінності білків.**

**Біологічна цінність білків** характеризує здатність їх забезпечити пластичні процеси та синтез метаболічно-активних субстанцій.

Біологічна цінність білків характеризує якість білка і обумовлена наявністю у них незамінних амінокислот, їх співвідношенням із замініми та засвоєністю у шлунково-кишковому тракті.

Засвоєння білків їжі, повнота використання амінокислот може бути досягнута тільки при збалансованості незамінних амінокислот.

Якщо якої-небудь із незамінних амінокислот у білках їжі буде менше, ніж у стандартному білку, то й інші амінокислоти не можуть бути цілком використані організмом.

Залежно від біологічної цінності білки продуктів харчування поділяють на 4 класи:

**Клас 1. Білки молока, яєць**

- мають високу біологічну цінність і організм спроможний коректувати їх амінограми.

#### **Клас 2. Білки м'яса, риби, сої, насіння бавовни, соняшника, рапсу**

- мають найоптимальніші амінограми і організм не спроможний коректувати їх амінограми.

#### **Клас 3. Білки зернових культур**

- погано збалансовані за вмістом амінокислот і мають низьку корекцію їх амінограм організмом.

#### **Клас 4. Білки желатину, гемоглобіну**

- неповноцінні, біологічна цінність наближається до нуля.

### **Засвоєння білків. Фізіолого-гігієнічні заходи щодо поліпшення білкового харчування.**

Правильна оцінка біологічної цінності продуктів та страв дає можливість конструювати збалансовані біологічно цінні продукти, страви і раціони харчування шляхом комбінування продуктів з урахуванням їх взаємозбагачення. При цьому важливе значення має засвоєння нутрієнтів.

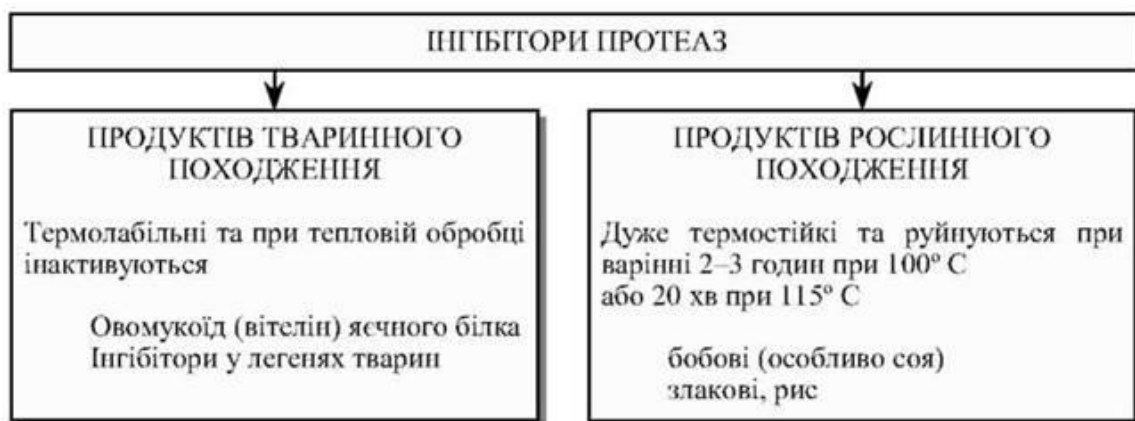
Вважається, що людський організм в процесі еволюції найкраще всього пристосувався до засвоєння цільних білків. Гідролізати, які багаті на ди- і трипептиди, удвічі ефективніші порівняно із цільним білком і у сім разів ефективніші за суміші амінокислот. Гідролізати підсилюють синтез білка, а затримка азоту стає максимальною.

Білки молока засвоюються майже на 100, м'яса - на 90; пшениці - на 50; овочів на 25-30, картоплі - на 80 %.

На засвоєння білків впливає структура раціону: збалансованість нутрієнтів, вміст органічних кислот, вуглеводів (крохмалю), жирів, білків інших продуктів. Засвоєння білків покращує денатурація до 70° С, гідратація, збивання, подрібнення, а погіршує - денатурація до 100° С, тривала теплова обробка, сполучна тканина, харчові волокна, інгібітори протеаз.



**Інгібітори протеаз** - низькомолекулярні прості білки, які утворюють комплекси з ферментами (трипсином, хімітрипсином), зменшують їх активність і знижують перетравлення та засвоєння білків за рахунок втрати незамінних амінокислот.



Білковими продуктами харчування є яйця, м'ясо і м'ясопродукти, риба та рибні продукти, молоко та молочні продукти, насіння олійних рослин, білки одноклітинних. Залежно від вмісту білка вони поділяються на продукти:

- з дуже великим вмістом білка (>15 %): сир, яловичина, баранина, кролики, кури, печінка, язик, бобові;
- з великим вмістом білка (1-15 %): риба, свинина, ковбасні вироби, яйця;
- з помірним вмістом білка (5-10 %): хліб, картопля, капуста, баклажани, шпинат, гриби свіжі.

Білковий дефіцит білків у харчуванні населення вимагає як кількісного, так і якісного використання нових недостатньо використовуваних білковмісних продуктів - **білкових збагачувачів**.

Білкові збагачувачі поділяють на аналоги та розбавителі:

**аналоги:**

- вторинна сировина м'ясо-молочної промисловості: підсирна сироватка, кров, субпродукти низької категорії;
- рослинні білки: соєвий сироп та жмих, сухі білкові суміші при виробництві круп;

**розбавителі:**

- гідролізати тваринного походження (з субпродуктів 2 категорії, з м'яса низьких сортів, кісток яловичини);
- гідролізати рослинного походження: соєві концентрати, соєві ізоляти.

Перспективні джерела білка є одноклітинні та багатоклітинні водорості, міцелії вищих і нижчих грибів, дріжджі та непатогенні бактерії.

**Фізіолого-гігієнічні заходи щодо поліпшення білкового харчування**

1. Обмеження у харчовому раціоні білків, що мають низьку біологічну цінність і низьку перетравлюваність.
2. Збагачення раціону високоцінними білками тваринного походження з оптимальною амінограмою: яєць, м'яса, риби, продуктів молока.
3. Додавання до харчового раціону нових нетрадиційних джерел повноцінних білків: продуктів мікробного синтезу, продуктів моря, біотехнології тощо.
4. Оптимізація харчових раціонів з метою збереження білків в організмі, невикористання їх як енергетичної субстанції.
5. Розробка та впровадження нових технологій харчових продуктів - джерел білків, з метою підвищення біологічної цінності білків та легкотравності їх.
6. Конструювання комбінованих продуктів харчування шляхом корекції амінограм білків невисокої біологічної цінності.



