

Лекція 5.

Тема. Вітаміни.

Мета. Ознайомити студентів з класифікацією вітамінів, методами визначення вітамінів у харчових продуктах.

Вступ. Вітаміни – необхідний елемент їжі для людини і ряду живих організмів, так як вони не синтезуються або деякі з них синтезуються в недостатній кількості даним організмом, При відсутності необхідних вітамінів можливості людського організму щодо виділення з їжі і використання поживних речовин послаблюються. Вітаміни можуть бути віднесені до групи біологічно активних сполук, що впливають на обмін речовин в мізерних концентраціях.

План.

1. Поняття про вітаміни.
2. Класифікація вітамінів.
3. Жиророзчинні вітаміни.
 - 3.1. Вітамін А – ретинол.
 - 3.2. Вітамін D – ергокальциферол.
 - 3.3. Вітамін Е – токоферолу ацетат.
 - 3.4. Вітамін К – філохінони.
4. Водорозчинні вітаміни.
 - 4.1. Вітаміни групи В.
 - 4.2. Вітамін С – аскорбінова кислота.
 - 4.3. Вітамін Р – рутин.
5. Методи визначення вітамінів у харчових продуктах.

Зміст лекції.

Вітаміни – це низькомолекулярні біологічно активні речовини, що забезпечують нормальний перебіг біохімічних і фізіологічних процесів в організмі. Вітаміни – необхідний елемент їжі для людини і ряду живих організмів, так як вони не синтезуються або деякі з них синтезуються в недостатній кількості даним організмом. За відсутності необхідних вітамінів можливості людського організму щодо виділення з їжі і використання поживних речовин послаблюються. Вітаміни можуть бути віднесені до групи біологічно активних сполук, що впливають на обмін речовин в мізерних концентраціях.

З вітамінів утворюються коферменти або простетичні групи ферментів, деякі з вітамінів беруть участь в транспортних процесах через клітинні бар'єри, в захисті компонентів біологічних мембран тощо.

Вперше з вітамінами зіткнувся російський вчений Лунін. Він провів експеримент із мишами, розділивши їх на дві групи. Одну групу він годував натуральним незбираним молоком, а іншу тримав на дієті, що складалася з білка – казеїну, цукру, жиру, мінеральних солей і води. Через 3 місяці миші другої групи загинули, а першої – залишилися здоровими. Цей дослід показав, що крім поживних речовин для нормальної життєдіяльності організму необхідно ще якісь фактори.

Трохи пізніше голландський учений Ейкман – лікар, що працював на острові Ява, звернув увагу на те, що населення, яке харчувалося полірованим очищеним рисом, хворіло на захворювання, пов'язане із враженням нервової системи, – поліневритом. Ці ж випадки були відзначені у в'язниці серед ув'язнених. Це захворювання було названо Бері-Бері. У 1911 році поляк Казимир Функ виділив зі шкірки рису речовину, яка запобігала захворюванню Бері-Бері. Він назвав цю біологічно активну речовину вітаміном, бо вона містила у своїй молекулі аміногрупу (*vita* – життя, *амін* - амін, тобто амін життя). До теперішнього часу відомо понад 30 вітамінів. Деякі з них не містять аміногрупу, але за традицією вони теж називаються вітамінами. До забезпечення здоров'я людини причетні біля 20 з них, які сприяють нормальному функціонуванню організму.

Основна кількість вітамінів надходить в організм з їжею, і тільки деякі синтезуються мікроорганізмами, що містяться в кишківнику, однак і у цьому разі їх кількість є не завжди достатньою. Сучасна наукова інформація свідчить про найрізноманітнішу участь вітамінів у процесі забезпечення життєдіяльності людського організму. Одні з них є обов'язковими компонентами ферментних систем і гормонів, що регулюють численні етапи обміну речовин в організмі, інші є початковим матеріалом для синтезу тканинних гормонів. Вітаміни у великій мірі забезпечують нормальне функціонування нервової системи, м'язів і інших органів і багатьох фізіологічних систем. Від рівня вітамінної забезпеченості організму залежить рівень розумової і фізичної працездатності, витривалості і стійкості організму до впливу несприятливих чинників зовнішнього середовища, включаючи інфекції і дії токсинів.

У харчових продуктах можуть міститися не тільки самі вітаміни, але і речовини-попередники – **провітаміни**, які тільки після ряду перетворень в організмі стають вітамінами (каротин, наприклад, переходить у вітамін А, 7-дегідрохолестерин переходить у вітамін D₃). Порушення нормального перебігу життєво важливих процесів в організмі через тривалу відсутність в раціоні того або іншого вітаміну призводить до виникнення важких захворювань, відомих під загальною назвою **авітаміноз**. У деяких випадках авітамінози можливі як наслідок захворювань, результатом яких є припинення всмоктування вітаміну або його посилене руйнування в шлунково-кишковому тракті. Для авітамінозів характерна виражена клінічна картина зі суворо специфічними ознаками. Досить поширеним явищем залишається часткова вітамінна недостатність, в тій або іншій мірі виражена **гіповітамінозом**. Вона протікає легше, її прояви нечіткі, менш виражені, до того ж існують і приховані форми такого стану, коли погіршується самопочуття і знижується працездатність без характерних симптомів. Поширеність явно виражених гіповітамінозних станів і їх прихованих форм зумовлена багатьма причинами, але найчастіше – орієнтацією індивідуального живлення виключно на задоволення смакових запитів без урахування конкретної значущості вітамінів для здоров'я, потреб в них організму і вмісту їх в продуктах живлення. Потрібно також враховувати, що гіповітамінозні стани можуть виникнути під час тривалого або неправильного прийому антибіотиків, сульфаніламідів і інших медичних форм, які придушують діяльність корисної мікрофлора кишківника, що синтезує істотні кількості деяких вітамінів. Причиною гіповітамінозів може бути і підвищена потреба у вітамінах при посиленій фізичній і розумовій роботі, при впливові на організм несприятливих чинників. Такими можуть бути переохолодження, перегрівання, стресові ситуації тощо. Аналогічно їх причиною можуть бути і фізіологічні стани, що пред'являють до організму підвищені вимоги, наприклад, вагітність і годування дитини. Прийом вітамінів потрібно проводити відповідно до рекомендацій або під контролем лікаря. Надмірне споживання харчових продуктів, надзвичайно багатих вітамінами, або самостійний зайвий прийом вітамінних препаратів можуть призвести до **гіпервітамінозів**.

До основних причин гіпо- та авітамінозів відносять:

1. Недостатнє надходження вітамінів з їжею, пов'язане з їх низьким вмістом в раціоні, зниженням загальної їх кількості у вживаній їжі, втратами вітамінів в ході технологічного процесу.
2. Пригнічення мікрофлори кишківника, яка продукує деякі вітаміни.
3. Порушення процесу асиміляції вітамінів.
4. Підвищена потреба у вітамінах, пов'язана з особливостями фізіологічної будови організму або з інтенсивним фізичним навантаженням, особливими кліматичними умовами тощо.
5. Тривала відмова людини від їжі.
6. Вроджені генетично зумовлені порушення обміну та функцій вітамінів.

Випадки, в яких виникає підвищена потреба вітамінів:

1. Більше вітамінів потребують діти та матері в період лактації.
2. При інтенсивному фізичному навантаженні.
3. В стресових ситуаціях.
4. При інфекційних захворюваннях.

Антивітаміни – структурні аналоги вітамінів, що блокують рецептори вітамінів (*n*-амінобензойна кислота, наприклад, потрібна для нормального росту мікроорганізмів кишківника. Антивітаміном для неї є *n*-аміносаліцилова кислота – ПАСК). ПАСК є конкурентом, інгібітором і блокатором рецепторів ПАБК. Ця властивість використовується у фармакології для створення і пошуку препаратів, які придушують ріст чужорідної флори шляхом інгібування *n*-амінобензойних рецепторів).

Вітаміни є незамінними елементами, необхідними для росту, розвитку й життєдіяльності людини. Більшість вітамінів в організмі не синтезується, джерелом їх звичайно є зовнішнє середовище (харчові продукти рослинного й тваринного походження, мікроорганізми – мешканці шлунково-кишкового тракту). Нестача вітамінів в організмі може бути наслідком низького вмісту вітамінів у їжі, порушення їх усмоктування (при патологічних змінах травного тракту). Підвищена потреба у вітамінах виникає в період інтенсивного зростання, у похилому віці, при вагітності, годівлі грудьми, важкій фізичній праці, при інтенсивних заняттях спортом. У таких випадках необхідно вживати вітамінні препарати – лікарські засоби, діючою речовиною яких є вітаміни або їхні аналоги (коферменти). Вітамінні препарати отримують із природної сировини або синтетичним шляхом.

2. Класифікація вітамінів

Вітаміни можна розділити на три групи. В **основну** включають **вітаміни групи В**: В₁, В₂, В₆, В₁₂, фолієву кислоту, пантотенову кислоту, РР, біотин. Ці вітаміни як коферменти беруть участь у вуглеводному, енергетичному обміні. **Другу** групу формують **вітаміни-біоантиоксиданти**, які нейтралізують активні форми кисню. Це вітамін С (аскорбінова кислота), який діє у водних фазах організму: у сироватці, в слізній рідині, в легеневій рідині, вітамін Е, або токоферол, який знаходиться в клітинних оболонках, які також дуже сильно піддаються шкідливому впливу активних форм кисню. В цю ж групу входять каротиноїди, наприклад бета-каротин. **Третя група** – це **прогормони**, тобто вітаміни, з яких утворюються деякі гормони. В їх числі вітаміни D, А та інші.

За своєю хімічною природою вітаміни поділяються на дві великі групи – **водорозчинні** (легко розчиняються у воді) та **жиророзчинні** (розчиняються у жирах та засвоюються у кишківнику за допомогою ліпідів).

Водорозчинні вітаміни як правило не накопичуються в організмі і легко виводяться з нього, тому їх слід приймати щоденно. Жиророзчинні вітаміни накопичуються в печінці та жировій тканині і тому зберігаються в організмі протягом тривалого часу.

Кожна з цих груп містить велику кількість різних вітамінів, які звичайно позначають буквами латинського алфавіту. Потрібно звернути

увагу, що порядок цих букв не відповідає їх звичайному розташуванню в алфавіті і не відповідає історичній послідовності відкриття вітамінів.

Назва	Вітамери	Розчинність
Вітамін А	Ретиноїди (ретинол, ретиноїди, каротиноїди)	Жиророзчинний
Вітамін В ₁	Тіамін	Водорозчинний
Вітамін В ₂	Рибофлавін	Водорозчинний
Вітамін В ₃	Ніацин, нікотинова кислота, нікотинамід	Водорозчинний
Вітамін В ₅	Пантотенова кислота	Водорозчинний
Вітамін В ₆	Піридоксин, піридоксаль, піридоксамін	Водорозчинний
Вітамін В ₇	Біотин	Водорозчинний
Вітамін В ₉	Фолієва кислота	Водорозчинний
Вітамін В ₁₂	Кобаламіни	Водорозчинний
Вітамін С	Аскорбінова кислота	Водорозчинний
Вітамін D	Ергокальциферол, колекальциферол (холекальциферол)	Жиророзчинний
Вітамін Е	Токоферол, токотрієноли	Жиророзчинний
Вітамін К	Нафтохінони	Жиророзчинний

Жиророзчинні вітаміни у воді не розчиняються, тому їх екстрагують з сировини неполярними розчинниками. До них належать вітаміни: кальциферол – вітамін D, каротиноїди – провітамін А, ретинол – вітамін А, токоферол – вітамін Е, філохінони – вітамін К. Вони всмоктуються в тонкій кишці за наявності жовчі.

Біологічна роль жиророзчинних вітамінів у значній мірі зумовлена їхньою участю в забезпеченні нормального функціонального стану клітинних, цитоплазматичних мембран.

Вітаміни є необхідними складовими їжі і виливають на обмін речовин у дуже малих кількостях. Добова потреба у вітамінах вимірюється в міліграмах, мікрограмах (табл. 5.1).

До водорозчинних вітамінів належать: аскорбінова кислота – вітамін С, біотин – вітамін Н, нікотинова кислота – вітамін РР (В₃), рибофлавін – вітамін В₂, пантотенова кислота – вітамін В₅, піридоксин – вітамін В₆, тіамін – вітамін В₁, фолієва кислота – вітамін В₉, ціанокобаламін – вітамін В₁₂, а також вітаміноподібні сполуки (вітамін Р – біофлавоїди, вітамін В₈ – інозит та деякі інші). Усі вони термостабільні, за винятком вітаміну С, який руйнується під час нагрівання в присутності кисню та важких металів.

Деякі вітаміни можуть взагалі не синтезуватися в організмі чи синтезуватися в недостатніх кількостях і повинні надходити в організм з їжею (добова потреба холіну – 1 г/добу, добова потреба в поліненасичених вищих жирних кислотах 1 г/добу). Вітаміни містяться в продуктах рослинного й тваринного походження, тому важливо знати вміст вітамінів у продукті. З харчових продуктів вітаміни виділяють, використовуючи полярні й неполярні розчинники. Для кількісного визначення використовують флюорометричні, спектрометричні, титриметричні, фотоколориметричні методи.

Для розділення вітамінів використовуються хроматографічні методи.

Таблиця 5.1

Добова потреба населення України у вітамінах*

Вікова група	А, мкг	В ₁ , мг	В ₂ , мг	В ₆ , мг	В ₉ , мкг	В ₁₂ , мкг	В ₃ , мг	С, мг	Д, мкг	Е, мг	К, мкг
0-3 місяці	400	0,3	0,4	0,4	25	0,5	5	30	8	3	5
4-6 місяців	400	0,4	0,5	0,5	40	0,5	6	35	10	4	8
7-12 місяців	500	0,5	0,6	0,6	60	0,6	7	40	10	5	10
1-3 роки	600	0,8	0,9	0,9	70	0,7	10	45	10	6	15
4-6 років	600	0,8	1	1,1	80	1	12	50	10	7	20
6 років (учні)	650	0,9	1,1	1,2	90	1,2	13	55	10	8	25
7-10 років	700	1	1,2	1,4	100	1,4	15	60	2,5	10	30
11-13 років (хлопчики)	1000	1,3	1,5	1,7	160	2	17	75	2,5	13	45
11-13 років (дівчатка)	800	1,1	1,3	1,4	150	2	15	70	2,5	10	45
14-17 років (хлопці)	1000	1,5	1,8	2	200	2	20	80	2,5	15	65
14-17 років (дівчата)	1000	1,2	1,5	1,5	180	2	17	75	2,5	13	55
Чоловіки 18-60 років	1000	1,6	2	2	250	3	22	80	2,5	15	
Жінки 18-60 років	1000	1,3	1,6	1,8	200	3	16	70	2,5	15	
Чоловіки 60-74 роки		1,7	1,7	3,3	250	3	15	100	2,5	25	
Чоловіки > 75 років		1,5	1,5	3	230	3	13	90	2,2	20	
Жінки 60-74 роки		1,5	1,5	3	230	3	13	100	2,5	20	
Жінки > 75 років		1,5	1,5	3	230	3	13	90	2,2	20	

* Наказ Міністерства Охорони Здоров'я України № 272 від 18.11.99 «Про затвердження Норм фізіологічних потреб населення України в основних харчових речовинах та енергії». Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 2 грудня 1999 р. за № 834/4127

3. Жиророзчинні вітаміни

3.1. Вітамін А – ретинол

Відомі такі вітаміни групи А: А₁ А₂ та цис-форма вітаміну А₁, названа також невітаміном А.

Близькі за структурою речовини:

- ретинол (вітамін А-спирт, вітамін А₁, аксерофтол);
- дегідроретинол (вітамін А₂);
- ретиналь (ретинін, вітамін А-альдегід);
- ретинолова кислота (вітамін А-кислота);
- ефіри цих речовин та їх просторові ізомери.

Добова потреба дорослої людини – 1-2 мг ретинолу. Профілактичну дозу встановлюють, виходячи з добової потреби організму людини; для дорослих – 1 мг, для вагітних жінок – 1,2-1,4 мг, для дітей, залежно від віку, – від 0,4 до 1 мг.

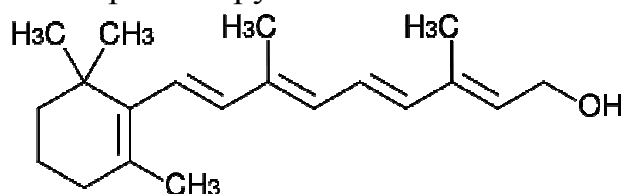
Вітамін А та його синтетичні аналоги й гомологи відносять до ретиноїдів – похідних ретинолової кислоти. Біологічно активними формами вітаміну А є ретинол, ретиналь і сама ретинолова кислота. Вітамін А (ретинол) міститься в продуктах тваринного походження – риб'ячому жиру, вершковому маслі, яєчному жовтку, печінці деяких риб (тріска, морський окунь і ін.) і морських тварин (кит, морж, тюлень). У рослинних харчових продуктах ретинол не зустрічається. Однак багато з них (морква, шпинат, салат, петрушка, зелена цибуля, щавель, червоний перець, чорна смородина, чорниця, агрус, персики, абрикоси й ін.) містять каротин, що є провітаміном А, з якого в організмі утворюється ретинол. Вітамін А втрачає свою цінність під час кулінарної обробки.

Вітамін А регулює процеси зроговіння, утворення і виділення сала в шкірі (секрет сальних залоз), необхідний для нормального росту волосся, підтримки імунітету, бере участь у протипухлинному захисті організму. Надзвичайно важливу роль відіграє ретинол у ресинтезі світлочутливого пігменту сітківки родопсину, який безпосередньо сприймає зорові подразнення. Ознакою нестачі вітаміну А є порушення зору – так зване захворювання «куряча сліпота». Ретинол і ретинолова кислота беруть участь у синтезі вітамін-А-залежних глікопротеїнів. У медичній практиці застосовують препарати, що містять вітамін А, природного походження (наприклад, риб'ячий жир) і синтетичні (ретинолу ацетат і ретинолу пальмітат). Препарати вітаміну А призначають у профілактичних і лікувальних дозах. Основними показаннями є гіпо- та авітаміноз А, деякі захворювання очей, захворювання й ураження шкіри (обмороження, опіки, рани й ін.). Застосовують їх також у комплексній терапії рахіту, гіпотрофії, гострих респіраторних захворювань, для профілактики утворення конкрементів у шлунково-кишковому тракті, сечовивідних шляхах і ін.

Нестача (гіповітаміноз) ретинолу спричинює патологічні зміни в функції епітеліарних тканин шкіри, дихальних шляхів, травного апарату, нервової та ендокринної системи. Слизові оболонки та шкіра висихають,

розрихлюються, відбувається ороговіння епітелію, послаблюється їхня бар'єрна функція. Крім того, з'являються дегенеративні зміни в нервовій тканині, порушується координація рухів, виникають атаксія, судоми, з'являється луска в волоссі, проявляється ламкість нігтів, схильність до простудних захворювань, понижений апетит, втрата маси тіла. Гіповітаміноз виникає при недостатності вітаміну або провітаміну в їжі, захворюваннях травного апарату, а також при підвищеній потребі в ретинолі (вагітність, лактація, інфекція, гарячкові стани, тиреотоксикоз, алкогольне сп'яніння).

З хімічної точки зору ретинол уявляє собою циклічний одноатомний спирт, який складається з шестичленного кільця (β -іонон), двох залишків ізопрену та первинної спиртової групи:



Ретинол у вільному стані має кристалічну будову. Його кристали жовтого кольору, розчиняються в жирах, ефірі, ацетоні та інших органічних розчинниках; нерозчинні у воді.

Вітамін А₂ відрізняється від вітаміну А₁ наявністю додаткового подвійного зв'язку у кільці β -іонону. Усі три форми вітамінів групи А існують у вигляді стереоізомерів, але тільки деякі з них мають біологічну активність.

Ретиналь – це альдегід вітаміну А. Існують дві форми ретиналю – ретиналь-1 та ретиналь-2. Крім того, третя форма ретиналю – 3-гідроксиретиналь виявлена у комах та деяких кальмарів.

Вітаміни групи А добре розчинні у жирах та жиророзчинниках: бензолі, хлороформі, ефірі, ацетоні та інших. В організмі легко окиснюються за участю специфічних ферментів з утворенням відповідних *цис*- та *транс*-альдегідів, які отримали назву ретинінів (альдегідів вітаміну А); можуть відкладатись у печінці у формі більш стійких естерів з оцтовою та пальмітиновою кислотами.

Каротиноїди

Каротиноїди (від латинського слова *carota* – морква та грецького *είδος* – вигляд) – природні органічні пігменти, які утворюються у процесі фотосинтезу в бактеріях, грибах, водоростях, деяких губках, коралах та вищих рослинах. Мають, як правило, жовтий, помаранчевий або червоний колір. Це – поліненасичені сполуки терпенового ряду, побудовані здебільшого за одним структурним принципом: у кінцях полієнового ланцюжка, який складається з чотирьох ізопреноїдних залишків, розміщені циклогексенові кільця чи аліфатичні ізопреноїдні залишки. Поділяються на каротиноїдні вуглеводні, С₄₀-ксантофіли, гомо-, апо- та нор-каротиноїди. З рослинних матеріалів можуть бути виділені екстракцією органічними розчинниками. Каротиноїдні вуглеводні найбільш широко представлені у вищих рослин. Каротиноїди містяться у рослинах, деяких грибах, водоростях

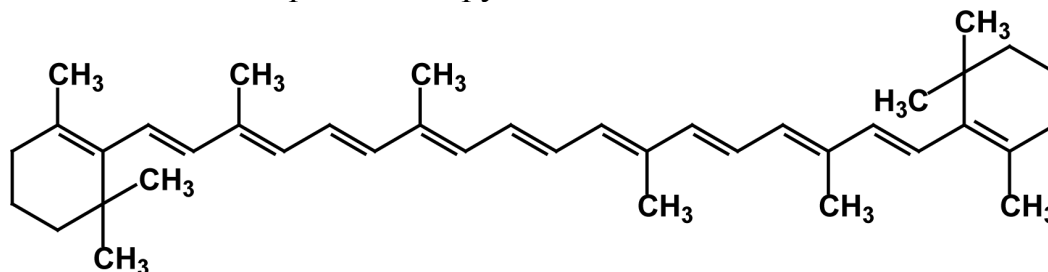
і при надходженні в людський організм можуть бути перетворені у вітамін А. До каротиноїдів відносять α , β , γ , δ , ϵ , -каротин, лютеїн, лікопін та інші. Каротиноїди відносять до факторів, які захищають організм від розвитку пухлин. Каротиноїди добре розчинні в CHCl_3 , CS_2 та бензолі, гірше розчинні в ефірі, гексані, жирах та маслах. Легко приєднуються до O_2 повітря, нестійкі до дії світла та під час нагрівання у присутності лугів, з розчином SbCl_3 у CHCl_3 , дають характерне синє забарвлення ($\lambda_{\text{макс}} = 590 \text{ нм}$).

Усього відомо близько шестисот каротиноїдів.

Найбільш відомим каротиноїдом є β -каротин. Це провітамін вітаміну А (у печінці перетворюється під впливом ферменту каротинази на вітамін А у результаті окисного розщеплення).

α -каротин – червоні кристали. Містяться в тих же рослинах, що й β -каротин, але в значно менших кількостях (до 25 % від вмісту β -каротину). Під час нагрівання з натрій етилатом частково перетворюються у β -каротин, α -Каротин оптично активний ($[\alpha]_{\text{D}} +315^\circ$). Лікопін – кристали червоно-бузкового кольору, пігмент помідорів. Міститься також в плодах багатьох родів рослин, може бути виділений з помідорів. C_{40} -ксантофіли містять в ізопреноїдному ланцюжку одну чи декілька гідроксильних, алкоксильних, епоксидних, альдегідних чи кетонних груп. У природі поширені лютеїн, віолоксантин, неоксантин, фукоксантин, криптоксантин, кантоксантин, атаксантин та інші.

β -каротин – темно-рубінові кристали, у природі поширений у вигляді найбільш стабільного *транс*-ізомеру за всіма подвійними зв'язками:



У розчинах під дією світла, під час нагрівання чи додавання йоду частково ізомеризується в цис-ізомери. Під дією кисню чи нагрівання в присутності повітря β -каротин поступово окиснюється та втрачає забарвлення. Продуктами окиснення є різноманітні епоксиди (наприклад 5,6-епокси- β -каротин та 5,8-епокси- β -каротин) та похідні β -іону. Гідрування у присутності каталізатора призводить до часткового чи повного відновлення подвійних зв'язків. β -каротин може бути виділений екстракцією з сухої моркви, люцерни, гречки, пальмової олії та інших рослинних матеріалів.

β -каротин має найбільшу біологічну активність з каротиноїдів, оскільки має 2 β -іононових кільця і при розпаді в організмі з нього утворюються дві молекули вітаміну А. Найбільшу А-вітамінну активність β -каротину умовно приймають рівною 100%, активність α -каротину 53%, γ -каротину 48%, криптоксантину 40%. Каротиноїди беруть участь у фотосинтезі, транспортуванні кисню через клітинні мембрани, захищають зелені рослини від дії світла, у тварин стимулюють діяльність статевих залоз,

у людини підвищують імунний статус, захищають від фотодерматозів, як попередники вітаміну А відіграють важливу роль у механізмі зору, природні антиоксиданти. Використовуються в промисловості як харчові фарбники, компоненти вітамінного харчування тварин, в медичній практиці – для лікування шкіри. У природі каротиноїди зустрічаються як у вільному стані так і у вигляді глікозидів, каротинпротеїнів чи ефірів, утворених однією чи кількома молекулами жирних кислот. Уперше каротиноїди були виділені з стручків перцю, пізніше – з жовтої ріпки та моркви *Daucus carota*, звідки й отримали свою назву. Серед рослин каротиноїди в найбільшій кількості є в абрикосах (50-100 мкг/г), моркві (80-120 мкг/г), листках петрушки (100 мкг/г). Якісно та кількісно каротиноїди визначають за інтенсивністю максимуму поглинання світла у видимому спектрі, а також з допомогою хроматографії. При вживанні у великій кількості природних каротиноїдів не спостерігається гіпервітаміноз.

Під час окисного розпаду α - та γ -каротинів утворюється тільки по одній молекулі вітаміну А, оскільки ці провітаміни містять лише по одному β -іононовому кільцю. Розщеплення каротинів на молекули вітаміну А відбувається головним чином у кишківнику під дією специфічного ферменту β -каротиндіоксигенази (не виключається можливість аналогічного перетворення також у печінці) у присутності молекулярного кисню. При цьому утворюються дві молекули ретиналю, які під дією специфічної кишкової редуктази відновлюються до вітаміну А. Ступінь засвоєння каротинів та вільного вітаміну А залежить від вмісту у їжі жирів та від наявності вільних жовчних кислот, які є необхідними сполуками для процесу всмоктування продуктів розпаду жирів.

3.2. Вітамін D – ергокальциферол

Вітаміном D у наш час називають два жиророзчинні, близьких за хімічною будовою й дією речовини – ергокальциферол (вітамін D₂) і холекальциферол (вітамін D₃). Вітамін D₂ утворюється в організмі людини під впливом ультрафіолету, тобто під час перебування на сонці. Вітамін D₃ утворюється в шкірі людини під впливом сонячних променів. Провітаміном холекальциферолу є 7-дегідрохолестерол. За біологічною активністю вітамін D₂ та вітамін D₃ практично не відрізняються, оскільки в організмі обидва, ймовірно, перетворюються в кальцитріол – активний метаболіт вітаміну D. Доведена наявність у тканинах специфічних рецепторів, лігандом для яких є кальцитріол.

Ергокальциферол є найактивнішою з відомих форм вітаміну D.

Добова потреба вітаміну – 0,02-0,05 мг. Добова потреба в вітаміні D₂ дітям, вагітним і годуючим матерям складає 500 мг.

Найбагатшою сировиною для його одержання є жир із печінки тварин, особливо печінки морських риб. Міститься цей вітамін у молоці, хлібі, коров'ячому маслі, яєчному жовтку, печінковому жири. Ергокальциферол, що надходить ззовні, всмоктується в тонкій кишці при достатній кількості тваринного та рослинного жирів.

Відомо, що основною причиною розм'якшення кісток є різке зменшення вмісту в них кальцію та фосфору. Якщо у нормальній кістці знаходиться 66% солей кальцію та 29% хрящової маси, то під час хвороби в кістках є лише 18% кальцієвих солей, а вміст хрящової маси сягає понад 70%.

Біологічне значення вітаміну D – регуляція обміну Кальцію і Фосфору в організмі. Під впливом вітаміну D збільшується всмоктування кальцію з кишківника і зменшується виведення його через нирки, тому Кальцій затримується в організмі і відкладається в кістках. Таким чином ергокальциферол сприяє зміцненню кістки.

На сьогодні вітамін D розглядають не тільки як вітамін, але і як гормон, що регулює разом з гормоном паращитовидної залози концентрацію йонів кальцію в крові.

Ознаки D₂ гіповітамінозу: зниження апетиту, втома, слабкість, біль у м'язах, кришаться зуби, в нирках, легенях відкладається кальцій.

Профілактику гіповітамінозу в дітей треба починати ще в період вагітності матері й постійно продовжувати після народження дитини. Тому вагітним жінкам і жінкам-годувальницям призначають препарати цього вітаміну. При передозуванні виникає гіпервітаміноз, який характеризується анорексією (втратою апетиту), запором, зневодненням, дистрофічними змінами, зростанням кількості кальцію в крові й відкладанням його у м'яких тканинах.

3.3. Вітамін E – токоферолу ацетат

Під назвою вітамін E відома низка сполук (токоферолів), близьких за хімічною природою й біологічною дією. Найбільш активним з них є D-альфа-токоферол. Токофероли містяться в зелених рослинах, особливо в молодих паростках злаків, багаті токоферолами рослинні олії (соняшникова, бавовняна, кукурудзяна, арахісова, соєва, обліпихова). Деяка кількість їх міститься також у м'ясі, жирі, яйцях, молоці, печінці, вершковому маслі. В організмі людей і тварин токофероли не утворюються.

Добова потреба у вітаміні E становить 10-15 мг.

Синтез вітаміну E здійснив у 1938 році Каррер.

Подальші дослідження виявили, що роль вітаміну E не обмежується контролем за репродуктивною функцією (В.Е. Романовский, Е.А. Синькова «Витамины и витаминотерапия»).

Токофероли – прозорі маслянисті рідини, добре розчинні в жирах (оліях, маслах) та жиророзчинниках, стійкі до нагрівання але швидко руйнуються під дією ультрафіолетового випромінювання.

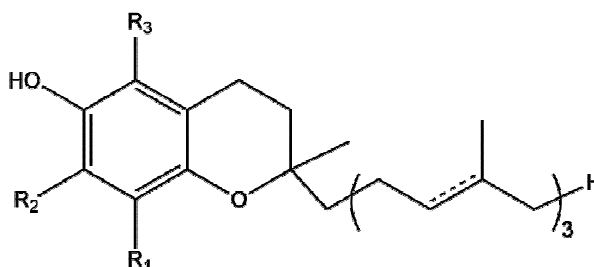
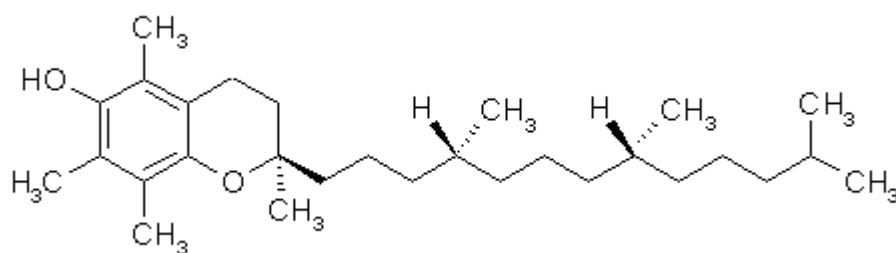
Токофероли є антиоксидантами, тобто запобігають прямому (неферментному) окисненню ліпідів клітинних мембран, аскорбінової кислоти, каротину та інших речовин. Вітамін E бере участь у біосинтезі гемму й білків, у тканинному диханні й інших найважливіших процесах клітинного метаболізму. Синтетичний препарат вітаміну E (токоферолу ацетат), поряд з іншими антиоксидантами використовують у комплексній терапії серцево-судинних захворювань, очних хвороб і ін. Широке застосування токоферолу

ацетат знайшов у геріатричній практиці. Вітамін Е призначають при м'язових дистрофіях, дерматоміозитах, порушеннях менструального циклу, загрозі переривання вагітності й ін.

При нестачі (гіповітамінозі) токоферолів нагромаджуються пероксиди жирних кислот, які пошкоджують клітинні мембрани, викликають дегенеративні зміни в статевих залозах, внутрішніх органах, скелетній мускулатурі, внаслідок чого порушується вагітність та припиняється розвиток ембріона. Наслідком тривалого Е-авітамінозу у мужчин є імпотенція.

Вітамін Е застосується при захворюваннях серцево-судинної системи, опіках, виразках різного походження, запальних процесах сітківки ока, гестозах вагітності, м'язовій дистрофії, при захворюваннях нервової системи та шкіри.

За хімічною природою токофероли – це похідні токолу, які містять гідроксильну групу, що може віддавати атом гідрогену та ослаблювати вільні радикали, з'єднані з боковим ізопреноїдним ланцюгом, який дозволяє проникати через біологічні мембрани:



α -tocopherol, $R_1 = R_2 = R_3 = \text{CH}_3$
 α -tocotrienol, $R_1 = R_2 = R_3 = \text{CH}_3$

γ -tocopherol, $R_1 = R_2 = \text{CH}_3$, $R_3 = \text{H}$
 γ -tocotrienol, $R_1 = R_2 = \text{CH}_3$, $R_3 = \text{H}$

β -tocopherol, $R_1 = R_3 = \text{CH}_3$; $R_2 = \text{H}$
 β -tocotrienol, $R_1 = R_3 = \text{CH}_3$; $R_2 = \text{H}$

δ -tocopherol, $R_1 = R_2 = R_3 = \text{H}$
 δ -tocotrienol, $R_1 = R_2 = R_3 = \text{H}$

Натуральний вітамін Е існує у восьми різних формах, чотири з них – токофероли і ще чотири – токотрієноли.

І токофероли, і токотрієноли існують у альфа, бета, гама та дельта формах, яка визначається кількістю та положенням метильних груп на бензольному кільці. Кожна форма має дещо різну біологічну активність.

Як харчові добавки токоферол позначається такими номерами Е: Е307 (α -tocopherol), Е308 (γ -tocopherol), і Е309 (δ -tocopherol).

Альфа токоферол традиційно визнається найсильнішим біологічним антиоксидантом для людей. Він є біологічно найактивнішим з токоферолів, стабільним у формі ацетату.

Токотрієноли та токоли мають майже однакову структуру. Токотрієноли відрізняються лише наявністю повністю гідратованого ненасиченого ізопреноїдного бокового ланцюжка.

3.4. Вітамін К – філохінони

Це збірна назва кількох подібних між собою сполук (вітамін К₁ міститься в зелених частинах рослин, вітамін К₂ продукується бактеріями кишок, а також міститься в риб'ячому жирі, борошні).

Добова потреба вітаміну – 2 мг, яка забезпечується за рахунок вживання рослинної їжі. Частково вітамін К виробляється мікрофлорою кишківника.

Вітамін К є жиророзчинним вітаміном, що запасується в невеликих кількостях у печінці, він руйнується на світлі й у лужних розчинах.

Активність вітаміну К знижується під дією радіації й Х-променів, при заморожуванні.

Філохінони поширені у природі і є в багатьох харчових продуктах: моркві, шпинаті, білокачанній капусті, кропиві, люцерні. У товстій кишці людини (починаючи з 4-5-го дня після народження) відбувається біосинтез вітаміну окремими видами бактерій, цей вітамін добре засвоюється і цілком задовольняє потреби організму. Порушення біосинтезу вітаміну К мікрофлорою кишок та відсутність його в їжі спричинює різке сповільнення згортання крові, що може супроводжуватися небезпечними ускладненнями – крововиливами та кровотечами. Дія філохінонів полягає в тому, що вони беруть участь у синтезі протромбіну й проконвертину, завдяки чому вони сприяють згортанню крові.

При недостатній кількості вітаміну в організмі порушується біосинтез зазначених компонентів. Філохінони виявляють лікувальну дію лише тоді, коли печінка ще не втратила функції виробляти протромбін і проконвертин. Крім впливу на згортання крові, філохінони відіграють важливу роль у клітинному диханні.

Фізико-хімічні властивості вітаміну К

Вітамін К₁ уявляє собою в'язку речовину жовтого кольору, яка кристалізується за температури 20°C і кипить за 115-145°C у вакуумі. Ця речовина нерозчинна у воді, розчинна в хлороформі, дітиловому ефірі, етиловому спирті й інших органічних розчинниках. Вітамін К₁ нестійкий під час нагрівання та опромінюванні.

Вітамін К₂ – жовтий кристалічний порошок з температурою топлення 54°C, що розчиняється в органічних розчинниках та не розчиняється у воді.

Вітамін К₃ уявляє собою лимонно-жовту кристалічну речовину з характерним запахом. Температура плавлення 160°C. Він слабо розчинний у воді, що зумовлено відсутністю в його молекулі довгого вуглеводневого ланцюга.

Вітамін К₃ під впливом світла й кисню повітря може давати димерну похідну, яка має вітамінну активність. Цю важливу для медичної практики речовину отримують дією бісульфіту натрію на метил-1,4-нафтохінон.

Добрими стабілізаторами вітаміну К є монокальцієвий фосфат, пірофосфати натрію або калію й ін., стабілізуюча дія яких полягає в підтримуванні у водному розчині необхідного середовища. Суміш 0,5 кг пропареного соєвого борошна з 140 г менадіоном-натрій-бісульфатом і 26 г $\text{Ca}(\text{H}_2\text{PO}_4)_2$ стабілізує вітамін на 97% протягом трьох місяців.

4. Водорозчинні вітаміни

4.1. Вітаміни групи В

Вітамін В₁ – тіамін

Добова потреба – 2-3 мг, при фізичній роботі, у дітей, у вагітних, в період грудного годування потреба у вітаміні зростає до 5-6 мг на добу.

У природі вітамін В₁ широко розповсюджений. Він міститься в дріжджах, зернових і бобових рослинах, особливо в зародках рису, пшениці, гречки, жита, у нирках, серці, молоці, ячному жовтку.

Вітамін В₁ використовується для збагачення продуктів з рису, дитячого харчування, молока і молочних продуктів, зернових продуктів швидкого приготування.

Всмоктується в тонкій кишці. Депонується у внутрішніх органах – нирках, мозку, серці, печінці.

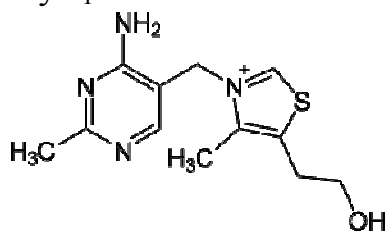
Тіамін нормалізує шлункову секрецію, поліпшує регенерацію тканин, підвищує тонус вегетативної нервової системи.

Вітамін В₁ бере участь у регуляції вуглеводного обміну, утилізації глюкози, прискоренні метаболізму піровиноградної, молочної кислот. Сприяє ліквідації метаболічного ацидозу, є синергістом інсуліну. Він необхідний для синтезу ацетилхоліну, нуклеїнових кислот, білків, жирних кислот, утворення нікотинамідних коферментів. У мозковій тканині вітамін В₁ контролює активність медіаторів центральної нервової системи.

Застосовується тіамін при гіпо- й авітамінозах, а також як неспецифічний фармакологічний засіб, при захворюваннях периферичної та центральної нервової системи (неврології, поліневрити), порушеннях функції травного апарату, захворюваннях міокарда та при перевтомах.

При передозуванні тіаміну виникає шум у вухах, запаморочення, нудота, висипання на шкірі, свербіння. Може виникати навіть тіаміновий шок, що є проявом алергічної реакції на препарат. При нестачі В₁ виникає хвороба бері-бері (розлади нервової системи, діяльності серця, травного апарату, втрата апетиту).

Хімічна будова вітаміну В₁:



Біологічна активність В₁ зв'язана з наявністю в молекулі імідазольного кільця.

Фізико-хімічні властивості

Кристалічний препарат у вигляді безбарвних голок, добре розчинний у воді, крижаній оцтовій кислоті, етиловому спирті. Стійкий у кислому середовищі за температури 140°C. Кислі розчини вітаміну В₁ можна стерилізувати. У процесі варіння їжі вітамін може руйнуватися або вимиватися у воду. Під дією окиснювачів В₁ переходить у тіохром, що легко визначити за інтенсивністю синьої флуоресценції. Стійкий до ультрафіолетових променів.

Коферменти вітаміну В₁ – тіамініпрофосфат (ТПФ) і тіаміндіфосфат (ТДФ). Коферментною формою вітаміну В₁ також є кокарбоксілаза, яка випускається в ампулах по 0,05 г. Кокарбоксілаза широко використовується в клінічній практиці – у терапії інфаркту міокарда для збільшення метаболічної активності міокардіоцитів. Вводиться внутрішньом'язово або внутрішньовенно.

ТПФ чи ТДФ входять до складу трьох ферментів:

- піруватдегідрогеназа, що каталізує окисне декарбоксілювання пірвіноградної кислоти у вуглеводному обміні;
- α-кетоглютаратдегідрогеназа каталізує окисне декарбоксілювання альфа-кетоглютарової кислоти;
- транскетолаза – фермент пентозного циклу. Здійснює перенесення глікольальдегідного радикалу від кетоцукрів на альдоцукри.

Вітамін В₁ є інгібітором ферменту холінестерази, який розщеплює медіатор центральної нервової системи ацетилхолін.

Виникненню В₁-гіповітамінозу сприяє вуглеводна дієта, стан зв'язаний з порушенням засвоєння вітаміну і підвищеною потребою в ньому (вагітність, інфекційні захворювання, хронічний алкоголізм і т.і.).

Ознаки В₁-гіповітамінозу: головний біль, неврастенічні синдроми, болі в області серця, тахікардія, зниження апетиту, зниження тонуусу кишківника, розлад нервової системи, підвищена втома.

Авітаміноз В₁ спричиняє захворювання бері-бері. Вражені нервові стовпи, серце, судоми, набряки, виснаження. Ознаки авітамінозу В₁:

- Порушення серцевої діяльності (патологічна гіпертрофія шлуночків серця, тахікардія, ознаки дистрофічного ураження міокарда).
- Порушення у водному обміні (набряки нижніх кінцівок).
- Порушення секреторної й моторної функції шлунково-кишкового тракту.
- Порушення діяльності центральної нервової системи, що у важких випадках може виявлятися як деменція.

Таким чином, для простоти запам'ятовування всі симптоми можна позначити як три Д: дистрофії, дегенерація, деменція.

Вітамін В₁ не можна вводити разом з пеніциліном, стрептоміцином, тому що активність останніх знижується внаслідок утворення комплексів. Введення його в комбінації з вітаміном РР призводить до руйнування тіаміну, з вітаміном В₆ – до порушення перетворення його на активні форми. При комбінуванні з ціанокобаламіном зростають алергенні властивості вітаміну В₁.

Вітамін В₂ – рибофлавін

Щоденна потреба людини у вітаміні В₂ дорівнює 2-4 мг рибофлавіну.

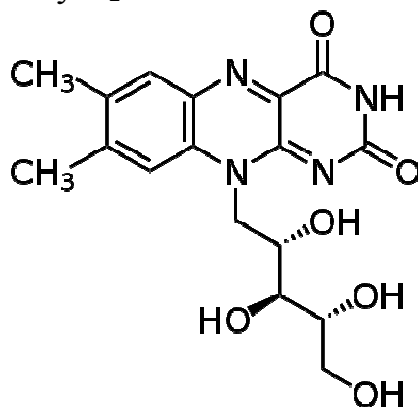
Вітамін В₂ поширений у всіх тваринних і рослинних тканинах. Він зустрічається або у вільному стані (наприклад, в молоці), або, в більшості випадків, у вигляді сполуки, зв'язаної з білком. Особливо багатим джерелом вітаміну В₂ є дріжджі, печінка, нирки, серцевий м'яз ссавців, а також рибні продукти. Досить високим вмістом рибофлавіну відрізняються багато рослинних харчових продуктів. Він міститься у зародках і оболонках злаків, гороху, листових овочах. Рибофлавін термостабільний, не руйнується при кулінарній обробці.

Цей вітамін входить до складу ферментних систем, що регулюють процеси окиснення і відновлення, а також білковий, жировий і вуглеводний обміни.

Велике значення для профілактики гіповітамінозу мають такі продукти, як пивні і пекарські дріжджі, гриби, сир, печінка, молоко, бобові. Тепер рибофлавіном вітамінізують хліб і хлібобулочні вироби. При нестачі вітаміну В₂ порушується діяльність нервової системи, уражається рогівка очей, шкіра, слизові оболонки порожнини рота. У людини авітамінози виявляються у вигляді таких захворювань як цинга, гемералопія, рахіт.

Рибофлавін застосовують для лікування гіпо- і авітамінозів цього вітаміну, а також як лікувальний препарат при гострій і хронічній гіпоксії, опіках, обмороженнях, недостатності білкового і надлишку вуглеводного харчування, при лікуванні антибіотиками, екземах, дерматичних виразках, ранах, тріщинах сосків, кон'юнктивітах, при ураженнях рогівки ока. Рибофлавін також показаний у комплексному лікуванні гіпотрофій, анемій, гепатитів, при гострих інфекційних захворюваннях, особливо при дифтерії (підвищує стійкість організму до дифтерійного токсину).

Хімічна будова вітаміну В₂:



Вітамін В₂ – жовта кристалічна речовина, добре розчинна у воді, що руйнується під час опромінення ультрафіолетовими променями з утворенням біологічно неактивних сполук. Наявність активних подвійних зв'язків в циклічній структурі рибофлавіну обумовлює деякі хімічні реакції, які лежать в основі його біологічної дії. Приєднуючи водень за місцем подвійних зв'язків, забарвлений рибофлавін легко перетворюється в безбарвну лейкосполуку. Остання, віддаючи за відповідних умов Гідроген, знову

переходить у рибофлавін, відновлюючи забарвлення. Таким чином, хімічні особливості будови вітаміну В₂ і зумовлені ними властивості визначають можливість участі вітаміну В₂ в окисно-відновних процесах.

Можна вважати твердо встановленим, що існує група ферментів, які мають у складі своєї простетичної групи рибофлавін. Цю групу ферментів звичайно називають флавіновими ферментами. Вони здійснюють окисне дезамінування амінокислот в тваринних тканинах. Вітамін В₂ входить до складу вказаних коферментів у вигляді фосфорного ефіру. Оскільки вказані флавінові ферменти знаходяться у всіх тканинах, то нестача вітаміну В₂ призводить до падіння інтенсивності тканинного дихання і обміну речовин загалом, а отже, і до сповільнення росту молодих тварин.

Останнім часом було встановлено, що до складу простетичних груп низки ферментів, крім флавонової групи, входять атоми металів (Cu, Fe, Mo).

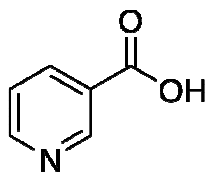
Рибофлавін є складовою двох коферментів – ФМН (флавінмононуклеотиду) та ФАД (флавінаденілдинуклеотиду), необхідних для нормального перебігу окисних процесів у тканинах, білкового, вуглеводного та жирового обмінів. Працюють ці коферменти у складі флавінових ферментів – дегідрогеназ та редуктаз.

Гіпо- й авітаміноз В₂ характеризується такими патологіями:

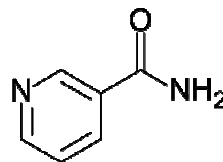
1. Анемія – зниження кількості гемоглобіну й еритроцитів на одиницю маси крові.
2. Неврологічні розлади (м'язова слабкість, пекучі болі в ногах, атаксія – порушення ходи, гіпокінезії – сповільнення руху, неможливість швидко зробити рух).
3. Зупинка росту волосся, а внаслідок цього випадання волосся. Васкуляризація (проростання грубих судин у роговицю спричиняє її помутніння й зменшення гостроти зору) і запалення роговиці – кератит, катаракти (помутніння кристалика ока).
4. Запалення слизової оболонки ротової порожнини, губ, ясен.
5. Дегенерація мієлінової оболонки периферичних нервів, що супроводжується паралічем нижніх кінцівок.

Вітамін В₃ (вітамін РР) – нікотинова кислота, нікотинамід

Вітамін РР – протипелагричний вітамін. Під цією назвою об'єднують дві речовини: нікотинову кислоту та нікотинамід:



нікотинова кислота



нікотинамід

Добова потреба вітаміну РР становить 15-20 мг в залежності від фізичного та психологічного навантаження.

В організмі людини вітамін РР надходить в основному з їжею і частково – за рахунок всмоктування нікотинової кислоти і нікотинамиду з мікрофлори кишківника.

У великих кількостях міститься у дріжджах, арахісі, є в овочах, фруктах, м'ясі, молоці, рибі, гречаній крупі. У цих продуктах нікотинава кислота міститься переважно у вигляді амідів.

Цей вітамін відіграє важливу роль в окисно-відновних процесах, входить до складу ферментів, які переносять кисень, регулюють тканинне дихання.

Нікотинава кислота й її амід стимулюють кровотворення, прискорюють процеси загоєння ран і виразок, посилюють секрецію шлунка та перистальтику кишок, а також поліпшують всмоктування різних речовин в кишково-шлунковому тракті.

Нікотинава кислота входить до складу НАД (нікотинамідаденіндинуклеотиду) і НАДФ (нікотинамідаденіндинуклеотидфосфату). Ці кофактори входять до складу великої кількості різних дегідрогеназ, що забезпечують перебіг численних метаболічних процесів. У великих дозах нікотинава кислота викликає короточасне розширення судин, особливо верхньої половини тіла, зниження артеріального тиску.

При гіповітамінозі РР розвивається пелагра. Її ознаки: розлади діяльності шлунково-кишкового тракту – діарея (проноси), ураження шкіри – дерматит; запалення слизових оболонок – втрата пам'яті; неврастенія, різке зниження шлункової секреції.

Нікотинава кислота застосовується для покращення процесів мікроциркуляції при судинній патології, гіпоксії, спазмах судин кінцівок, головного мозку, нирок. Здатність вітаміну РР покращувати мікроциркуляцію та проявляти гепатопротекторну дію використовується при лікуванні гепатитів, холециститів. Препарат застосовують для усунення патологічних проявів при алкоголізмі тощо.

Препарат призначають при атеросклерозі, при ранах, виразках, які погано загоюються, при гастритах із зниженою кислотністю, інфекційних захворюваннях, ентероколітах.

При тривалому застосуванні нікотинавої кислоти для попередження ожиріння печінки необхідно призначати метіонін та інші ліпотропні засоби. При швидкому внутрішньовенному введенні препарату може розвинути колаптоїдний стан. Тому краще застосовувати нікотинамід. Нікотинава кислота при прийомі натще та в осіб із підвищеною чутливістю може спричинити почервоніння обличчя та верхньої частини тіла, відчуття жару, кропивницю.

Із обережністю препарат необхідно призначати при ішемічній хворобі серця та гіпертонії. Нікотинава кислота протипоказана при загостренні виразкової хвороби, алергічних реакціях тощо.

Вітамін В₆ – піридоксин

Речовини групи вітаміну В₆ за своєю хімічною природою є похідними піридину:



Одна з них пiридоксин (2-метил-3-гiдрокси-4,5-дигiдроксиметил-пiридин) – бiла кристалiчна речовина, добре розчинна у водi i спиртi.

Вважається, що *потреба органiзму людини* в цьому вiтаміні становить приблизно 2 мг в день.

Вiтамін В₆ досить поширений в продуктах як тваринного, так i рослинного походження. Особливо багатi ним рисовi висiвки, а також зародки пшеницi, боби, дрiжджi, а з тваринних продуктiв – нирки, печiнка i м'язи. Вiтамін В₆ в органiзмi людини частково виробляється в кишкiвнику мiкрофлорою.

Вiтамін В₆ у виглядi пiридоксин гiдрохлориду використовується для збагачення борошна, виробiв з зерна, молочних продуктiв, продуктiв лiкувально-профiлактичного та дитячого харчування.

Пiридоксин стiйкий по вiдношенню до кислот i лугiв, але легко руйнується пiд впливом свiтла при рН = 6,8.

Пiридоксин (пiридоксаль, пiридоксамiн), надходячи в органiзм, фосфорилується, перетворюється в пiридоксаль-5-фосфат i в цiй формi каталiзує декарбоксилування та переамiнування аiнокислот. Вiн необхідний для нормального функцiонування центральної й периферичної нервової системи. Пiридоксаль i пiридоксамiн вiдiграють важливу роль в обмiнi аiнокислот. Також вiтамін В₆ бере участь у процесi жирового обмiну.

Крiм того, було показано, що фосфопiридоксаль є коферментом декарбоксилаз деяких аiнокислот. Таким чином, двi реакцiї азотистого обмiну: переамiнування i декарбоксилування аiнокислот здiйснюються за допомогою однiєї i тiєї ж коферментної групи, що утворюється в органiзмi з вiтаміну В₆. Далi встановлено, що фосфопiридоксаль вiдiграє коферментну роль перетворення триптофану, яке, мабуть, i веде до бiосинтезу нiкотинової кислоти, а також в перетвореннях низки оксiамiнокислот.

При В₆-гiповiтамінозi вiдмiчається нудота, запальнi прояви шкiри та слизових (дерматит лиць, волосся, заїди, неврастенiя, анемiя, шлунково-кишковi розлади). У дiтей – затримка росту. У людини недостатнiсть вiтаміну В₆ частiше виникає внаслiдок тривалого прийому сульфанiламiдiв або антибiотикiв – синтомiцину, левомiцину, бiомiцину, якi пригноблюють розвиток кишкових мiкробiв, що в нормi синтезують пiридоксин в кiлькостях, достатнiх для часткового покриття потреби в ньому органiзму людини.

Застосовують вiтамін В₆ при токсикозах вагiтних, анемiях, захворюваннях нервової системи, рядi захворювань шкiри та iн. Його застосовують при колагенозах, при гiпохромних гепатитах, холециститах,

для підсилення діяльності міокарду, при рахіті, дерматитах, цукровому діабеті.

З обережністю піридоксин необхідно застосовувати у хворих на виразку шлунка та дванадцятипалої кишки (підвищує кислотність шлункового соку), при тяжких ураженнях печінки, ішемічній хворобі серця.

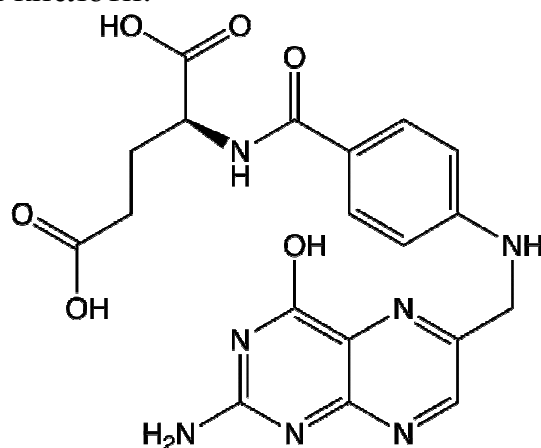
Вітамін В₉ – фолієва кислота

Вітамін В₉ захищає від вроджених дефектів розвитку, бере участь у кровотворенні і є протианемічним фактором, так як стимулює утворення не тільки еритроцитів, але й лейкоцитів.

Добова потреба – 0,2 мг. У жінок під час вагітності і лактації потреба у фолієвій кислоті підвищується і становить 400 мкг.

Природні джерела вітаміну В₉: свіжі овочі (боби, шпинат, томати і ін.), банани, пивні дріжджі, спаржа, цитрусові, а також печінка й нирки тварин. В організмі людини, крім того, вітамін В₉ утворюється мікрофлорою кишківника.

Будова фолієвої кислоти:



Для медичних цілей (у т.ч. при інтоксикації, викликаній протипухлинними препаратами) використовують синтетичну фолієву кислоту. Сама фолієва кислота малоактивна. В організмі вона відновлюється до тетрагідрофолієвої, що є коферментом багатьох метаболічних процесів. У першу чергу вона каталізує перенесення однокарбонових фрагментів у синтезі пуринів і піримідинів, а отже, необхідна для утворення РНК і ДНК. Дефіцит фолієвої кислоти при вагітності суттєво підвищує ризик розвитку дефектів плоду та інших відхилень від норми.

Недостатність фолатів у людини викликає характерні порушення в обміні речовин, які при достатній важкості ураження ведуть до розвитку мегалобластичної анемії.

Недостатність фолатів може виникнути також від порушення травлення, всмоктування і використання, або може бути обумовлена неадекватним надходженням фолатів при збільшенні потреби їх в організмі.

Вітамін В₉ (разом з вітаміном В₁₂) застосовується для лікування мегалобластичної та макроцитарної анемії, хронічних гастроентеритів.

Клінічне значення вітаміну В₉:

- сприяє нормальному формуванню еритроцитів, лейкоцитів;

- підтримує нормальний стан нервової системи, кишкового тракту, статевих органів;
- бере участь у підтримці нормальних параметрів росту і розвитку організму;
- регулює формування нервових клітин в період внутрішньоутробного розвитку ембріона і плода, попереджує дефекти розвитку нервової системи;
- лікує анемії, викликані нестачею фолієвої кислоти через алкоголізм, хвороби печінки, гемолітичної анемії, вагітності, грудного годування або наслідків використання оральних контрацептивів;
- сприяє метаболізму амінокислот і синтезу протеїнів (РНК, ДНК).

Вітамін В₁₂ – антианемічний вітамін, кобаламін, ціанокобаламін

Вітамін В₁₂ забезпечує процеси кровотворення – синтез гемоглобіну, а також бере участь в обміні амінокислот (сприяє більш швидкому їх використанню організмом для синтезу білка, стимулює утворення нуклеїнової кислоти – РНК, що бере участь у синтезі білка), сприяє зниженню рівня холестерину в крові і видаленню його з кровоносних судин, стримує надлишкове відкладення жиру в печінці, підтримує обмін вуглеводів. Бере участь в процесах утворення лейкоцитів і тромбоцитів.

Добова потреба – 2 мкг, для вагітних – 3 мкг.

Синтезується мікрофлорою кишок людини, але в недостатній кількості порівняно з витратами організму. Тваринні продукти є основним джерелом вітаміну. Природні джерела: яловичина, камбала, молоко, сардини, оселедець, скумбрія, сир з пліснявою, устриці, швейцарський сир, яйце. Вітамін В₁₂ не міститься в рослинній їжі.

Ціанокобаламін – кристалічний порошок темно-червоного кольору без запаху, гігроскопічний, мало розчинний у воді. В людському організмі ціанокобаламін нагромаджується в печінці, нирках, стінці кишок.

Ціанокобаламін застосовується при анемії вагітних, порушеннях кровотворної функції кісткового мозку, при захворюваннях нервової системи (розсіяний склероз, гострий період поліомієліту, радикуліти), при гострих і хронічних гепатитах, алергічних та шкірних захворюваннях, променевої хворобі, порушенні росту й розвитку у дітей.

Дефіцит вітаміну В₁₂ викликає швидку втомлюваність, роздратованість, втрату апетиту, порушення моторики кишківника, призводить до розвитку гіпсохромної анемії, ураження нервової системи.

На основі низки робіт було встановлено, що в печінці тварин міститься речовина, що регулює кровотворення і що володіє лікувальною дією при злоякісній анемії у людей. Вже одноразова ін'єкція декількох мільйонних частин грама цієї речовини спричиняє поліпшення кровотворної функції. Ця речовина отримала назву вітаміну В₁₂, або антианемічного вітаміну.

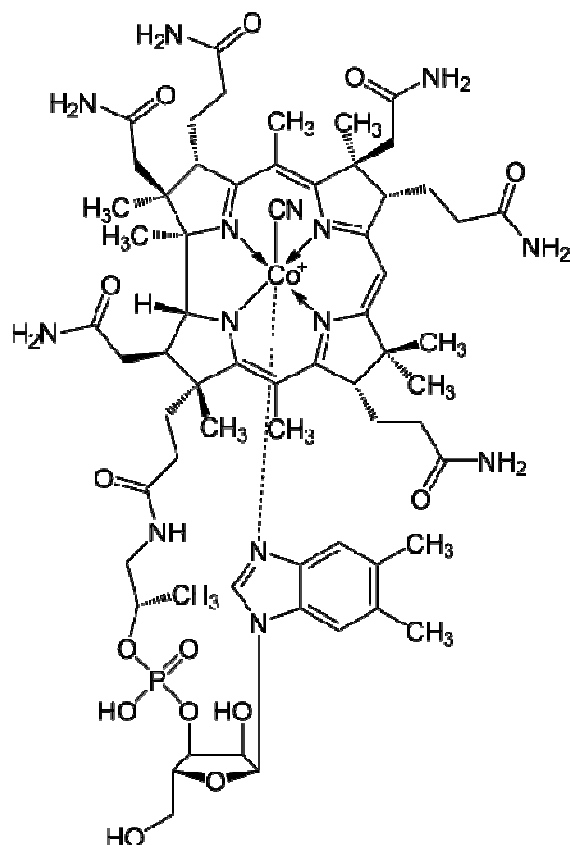
Застосування препаратів вітаміну В₁₂ з лікувальною метою виявило цікаву особливість: вітамін В₁₂ має антианемічну дію при злоякісному малокрів'ї тільки в тому випадку, якщо його вводять парентерально, і, навпаки, він малоактивний при застосуванні через рот. Однак якщо давати

вітамін В₁₂ в поєднанні з нейтралізованим нормальним шлунковим соком (який сам по собі не активний), то спостерігається хороший лікувальний ефект.

Вважають, що у здорових людей шлунковий сік містить білок – мукопротеїд (внутрішній чинник Касла), який сполучається з вітаміном В₁₂ («зовнішній чинник»), утворюючи новий, складний білок. Вітамін В₁₂, зв'язаний в такому білковому комплексі, може успішно всмоктуватися з кишківника. Всмоктування й засвоєння вітаміну погіршується або зовсім припиняється, якщо немає «внутрішнього фактора» – речовини білкової природи (мукопротеїду), яка виробляється залозами слизової оболонки шлунка і, з'єднуючись із вітаміном, запобігає його руйнуванню в кишках. У хворих зляксною анемією в шлунковому соці білок, необхідний для утворення комплексу з вітаміном В₁₂, відсутній.

У цьому випадку всмоктування вітаміну В₁₂ порушується, зменшується кількість вітаміну, що поступає в тканини тваринного організму, і таким чином виникає стан авітамінозу.

Вітамін В₁₂ – найбільш складна хімічна сполука серед вітамінів:



Біологічно активними (коферментними) формами вітаміну В₁₂ є метил- і 5-дезоксиаденозилкобаламін. Основна його функція – участь у переносі рухливих метильних груп і гідрогену. Ціанокобаламін володіє багатьма фармакологічними властивостями. Він є чинником росту, впливає на функції печінки й нервової системи, активує процеси згортання крові, обмін вуглеводів і ліпідів, бере участь у синтезі різних амінокислот. Для застосування у якості лікарського засобу вітамін В₁₂ отримують методом

мікробіологічного синтезу, а також використовують препарати, одержані з печінки тварин, органу, здатного його депонувати. Ціанокобаламін є високоефективним засобом, що допомагає при злоякісному недокрів'ї, постгеморагічних (залізодефіцитних), аліментарних і інших видах анемії. Призначають його також при променевої хворобі, захворюваннях печінки (хвороба Боткіна, гепатит, цироз), при деяких захворюваннях нервової системи, інфекціях і ін.

Клінічне значення:

- має лікувальний ефект при злоякісних анеміях;
- лікує деякі форми нервових розладів;
- лікує хворобу Альцгеймера;
- лікує і попереджує В₁₂ авітаміноз у вегетаріанців після операцій на шлунково-кишковому тракті, обличчі;
- підвищує стійкість організму до інфекцій і простудних захворювань;
- покращує пам'ять і підвищує здатність до навчання.

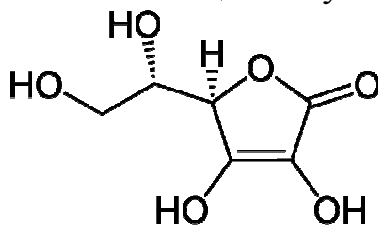
4.2. Вітамін С – аскорбінова кислота

Добова потреба у вітаміні становить 50-80 мг. Вона зростає при фізичній і розумовій праці, інфекційних захворюваннях, вагітності і лактації, але навіть у цих випадках не перевищує 150-200 мг.

Природні джерела: апельсин, грейпфрут, щавель, перець, суниця, ягоди, капуста, картопля, лимон, манго, мандарин, шпинат, чорна смородина, помідор, шипшина. Аскорбінова кислота синтезується в організмі всіх тварин, за винятком людини, мавпи і морської свинки.

Вітамін С використовується для збагачення соків, водорозчинних напоїв, сухих сніданків, молока, для збереження кольору м'ясних продуктів в поєднанні з нітратами та нітритами.

З хімічної точки зору вітамін С – це сполука будови:



Фізіологічна роль кислоти аскорбінової зумовлена її участю в окисно-відновних процесах – вона зворотно окиснюється в дегідроаскорбінову кислоту під дією ферменту аскорбатоксидази з утворенням окисно-відновної системи. Аскорбінова кислота необхідна для нормального тканинного обміну та тканинного дихання. Вітамін С активує синтез фібробластами колагену, сприяє утворенню хрящів, кісток, дентину зубів та інших видів сполучної тканини. Сприяє засвоєнню глюкози та піровиноградної кислоти у циклі Кребса. Аскорбінова кислота необхідна для всмоктування заліза із шлунково-кишкового тракту та включення його до складу гему, для перетворення фолієвої кислоти на тетрагідрофолієву, яка бере участь у синтезі нуклеїнових кислот і білків. Вітамін С активує синтез антитіл, комплементу, інтерферону, відновлює функцію лейкоцитів, яка пригнічується при вірусних захворюваннях. У малих і середніх дозах аскорбінова кислота проявляє

антиоксидантні та антирадикальні властивості. У великих дозах вона, навпаки, стимулює перекисне окиснення ліпідів. Вітамін С активує синтез кортикостероїдів у корі надниркових залоз, прискорює білоксинтетичну та детоксикаційну функції печінки. Разом із вітаміном Р аскорбінова кислота бере участь у стабілізації судинних стінок.

Аскорбінова кислота впливає на активність ферментів: одних (каталази) стимулює, інших (амілаза) – пригнічує.

Бере участь у транспортуванні кисню, сприяє перетворенню фолієвої кислоти в фолінову; стимулює процеси кровотворення, підвищує імунологічну резистентність, збільшуючи фагоцитарну активність лейкоцитів, бактерицидні властивості крові, стимулює вироблення інтерферону в організмі і антитоксичну функцію печінки.

При дефіциті вітаміну С настає підвищена втома, подразнення, сонливість, підвищується ризик розвитку простудних захворювань, розвивається кровоточивість десен, підвищується рівень холестерину в крові, знижується еластичність і механічна міцність судин.

Авітаміноз С швидко призводить до розвитку цинги.

Додатковий прийом вітаміну С необхідний людям, що зловживають тютюном, алкоголем, враженим хронічними захворюваннями; людям, що знаходяться в стресових станах, тим, що недавно перенесли хірургічні операції, травми, опіки, працюючим у токсичних умовах, враженим інфекційними захворюваннями, анемією.

Аскорбінова кислота застосовується при станах, коли спостерігається підвищене її споживання: вагітність, грудне годування, вірусні, бактеріальні інфекції, інтенсивні заняття спортом, інші фізичні навантаження, стресові стани, в дітей у періоді статевого дозрівання. Препарат призначають для прискорення ліквідації ацидозу при пневмонії, набряку легень, зневодненні, порушеннях кровообігу, шоківих станах. Вітамін С застосовується в комплексній терапії психічних порушень, при лікуванні гострих гіпотензій. Доцільно використовувати вітамін С при тривалому призначенні хворим нестероїдних протизапальних засобів, тетрациклінів, які сприяють виведенню аскорбінової кислоти з організму.

При тривалому застосуванні аскорбінової кислоти у великих дозах можливі ураження острівцевого апарату підшлункової залози, явища гіпертензії, схильність до тромбоутворення, зміни формених елементів крові, патологія вагітності (викидні).

З історії вітаміну С

Відкриття вітаміну С пов'язане з лікуванням цинги.

Багато народів світу знали про зв'язок між вживанням певного виду їжі та виникненням симптомів гіповітамінозу С чи авітамінозу С.

Наприклад, індіанці Південної Америки користувалися відваром, приготованим із хвої сосни. Це попереджувало розвиток цинги – захворювання, яке виникало від нестачі вітаміну С. Довідавшись про такий засіб лікування, учасники однієї з експедицій вилікувалися від цієї недуги.

У 1747 році британським хірургом Джеймсом Ліндом (James Lind) було проведено експеримент, коли до звичайних порцій моряків додавали певні речовини. В одному випадку це були апельсини та лимони, в іншому це сидр, винний оцет, сульфатна кислота, морська вода. У 1753 році ним було видано «Трактат про Цингу», де було описано експеримент та показано, що вживання цитрусових запобігало хворобі.

А ось іще один приклад з історії: в черговому плаванні під керівництвом знаменитого англійського мандрівника Джеймса Кука, що тривало з 1772 по 1775 роки, брали участь два кораблі. На першому судні знаходилися великі запаси свіжих овочів, фруктів, також лимонного та морквяного соків і квашеної капусти. І під час тривалого плавання жоден із членів одного екіпажу не захворів на цингу. На іншому ж судні, де в раціон моряків не включались овочі та фрукти, від неї страждала чверть команди.

Назва «проти скорбутний» використовувалась у XVIII та XIX сторіччях як загальна назва для продуктів, які допомагали попередити цингу, при тому що не було розуміння причини такої дії. Це стосувалось таких продуктів як: лимон, лайм справжній, помаранчі, кисла (квашена) капуста, капуста та інші.

У 1885 році В.В. Пашутін висунув ідею про авітаміноз, як про причину цинги. У 1920 році антицинготний фактор назвали вітаміном С.

Цинга була відтворена у тварин випадково у 1907-1910 роках норвезькими лікарями А. Хольстом та Дж. Фреліхом при вивченні хвороби бері-бері. Вони взяли для експерименту морських (гвінейських) свинки та почали їх годувати виключно вівсяною кашею і були здивовані, коли побачили симптоми цинги, яка до того часу вважалася притаманна лише людям. Потім з'ясувалося, що цинготною є будь-яка зернова монодієта. Далі з'ясувалося, що антискорбутний фактор присутній у паростках зернових, хоч і відсутній у самих зернах. Також антицинготний фактор присутній у рослинах, зокрема соковитих фруктах та овочах, хоч і у різних кількостях. Є віу і у свіжому молоці, хоч руйнується при стерилізації. Процес пастеризації був придуманий для того, щоб залишити антицинготний фактор у молоці.

У 1920 році І. Дрюммонд запропонував називати антискорбутну речовину вітаміном С. Згодом з'ясувалось, що цингою хворіють лише морські свинки, людиноподібні мавпи та люди. У 1922 році дослідник Н.А. Бессонов першим виділив активний протицинготний препарат з соку білокачанної капусти. Хоч препарат був не досить очищений, проте виліковував експериментальний скорбут.

Після публікації Бессонова з'явилося багато робіт різних авторів з результатами послідовного очищення препарату та з'ясування його властивостей.

Було доведено, що вітамін С допомагає зберігати здоровими зуби, кістки, м'язи, кровоносні судини, сприяє росту і відновленню тканин, загоєнню ран.

У 1934 році фармацевтична компанія Hoffmann-La-Roche почала першою серійний випуск синтетичного вітаміну С під зареєстрованою запатентованою назвою Redoxon.

Клінічне значення вітаміну С:

- допомагає зберегти в здоровому стані капіляри, ясна, зуби;
- сприяє всмоктуванню заліза;
- сприяє заживанню ран, лікуванню опіків, зрощенню кісток;
- один з компонентів лікування залізодефіцитної анемії;
- один з компонентів лікування інфекції сечових шляхів;
- сприяє утворенню колагену в сполучних тканинах;
- підвищує всмоктування кальцію;
- сприяє утворенню гемоглобіну і червоних кров'яних тілець в кістковому мозку;
- блокує вироблення нітрозамінів, котрі є канцерогенами;
- сприяє функції наднирників;
- скорочує вироблення вільних радикалів;
- зменшує кількість холестерину в крові;
- запобігає утворення тромбів;
- запобігає алергії;
- знижує симптоми артриту, шкірних язв;
- послаблює прояви герпесних інфекцій;
- знижує інтоксикацію, викликану алкоголем;
- сприяє лікуванню пролежнів;
- підвищує потенцію у чоловіків;
- сповільнює процеси загального старіння,

4.3. Вітамін Р – рутин

Природними джерелами вітаміну Р є чорна смородина, цитрусові, чорноплідна горобина, чай, особливо зелений. Комплексний препарат кислоти аскорбінової і рутину – аскорутин.

Вітамін Р знаходиться зазвичай у тих же рослинних продуктах, в яких зустрічається і аскорбінова кислота. Особливо багато вітаміну Р міститься в цитрусових, чорній смородині, плодах шипшини, щавлі, зеленому чаї, салаті. Трохи менше його присутність в помідорах, винограді, капусті, петрушці, сливах, яблуках, ягодах. Також він міститься у гречці, білої оболонці під шкіркою цитрусових. Даний вітамін не виробляється нашим організмом і тому повинен бути включений в щоденний раціон харчування.

Рутин збільшує депонування аскорбінової кислоти в тканинах і є її синергістом. Він підвищує щільність клітинних мембран, у тому числі ендотелію судинної стінки, знижує їх проникність, зменшує активність гіалуронідази.

Застосовують вітамін Р в поєднанні з аскорбіновою кислотою при геморагічних діатезах, крововиливах у сітківку ока, променевої хворобі, септичному ендокардиті, ревматизмі, алергічних захворюваннях, скарлатині та ін.

Між вітамінами спостерігається тісна взаємодія в процесах метаболізму, яка може виражатися в:

- безпосередньому взаємному впливі вітамінів один на одного;
- впливові одного вітаміну на утворення коферментної форми іншого;

- спільній участі в деяких метаболічних процесах.

Наприклад, тісну антиоксидантну дію мають вітаміни С, Е та А. Виражений антиоксидантний ефект вітаміну С проявляється лише у присутності токоферолу. А при недостатці аскорбінової кислоти вітамін Е швидко руйнується. Аналогічно вітамін А виявляє стабілізуючу дію на ретинол та β-каротини, запобігаючи їх окисній деструкції.

Вітаміни С та В₁₂ сприяють утворенню коферментної форми фолієвої кислоти, при їх недостатці порушуються біологічні функції фолатів.

Знання механізмів міжвітамінних взаємодій дозволяє цілеспрямовано здійснювати кореляцію енергетичного метаболізму та дає можливість зрозуміти, чому, наприклад, роздільне введення вітамінів В₁, В₂ та РР є не таким ефективним, як їх комплексне застосування.

Здорове харчування населення є однією з найважливіших умов здоров'я нації. Масові обстеження людей свідчать про дефіцит тих чи інших вітамінів у більшій частини населення. Найбільш ефективний спосіб вітамінної профілактики – збагачення вітамінами основних харчових продуктів.

Вітамінізація (інколи в комплексі з мінералізацією) дозволяє підвищити якість харчових продуктів, скоротити витрати на медицину, забезпечити соціально незахищені прошарки населення вітамінами, поповнити їх втрати, які відбуваються при одержанні харчового продукту на різних стадіях технологічного процесу або кулінарної обробки. При цьому враховують основні завдання: вибір необхідного продукту для вітамінізації; визначення рівня вітамінізації; розробка системи контролю.

Основні групи харчових продуктів для збагачення вітамінами:

- борошно та хлібобулочні вироби – вітаміни групи В;
- продукти дитячого харчування – всі вітаміни;
- напої, в тому числі сухі концентрати, – всі вітаміни, крім А та D;
- молочні продукти – вітаміни А, D, Е, С;
- маргарин, майонез – вітаміни А, D, Е;
- фруктові соки – всі вітаміни, крім А та D.

Запитання для самоконтролю

1. Наведіть класифікацію вітамінів, дайте визначення цій групі хімічних сполук.
2. Які водорозчинні вітаміни ви знаєте?
3. Яке фізіологічне значення вітамінів в організмі людини?
4. Які жиророзчинні вітаміни ви знаєте?
5. Як ви розумієте такі поняття як «гіповітаміноз», «гіпервітаміноз», «авітаміноз»?
6. Яка роль вітамінів А та Е в харчових продуктах?
7. Які біологічні функції вітамінів групи В?
8. В яких харчових продуктах містяться вітаміни в найбільших кількостях?
9. Що ви розумієте під вітамінізацією їжі?
10. Які методи якісного та кількісного визначення вітамінів вам відомі?

Продукти, що містять пантотенову кислоту. Пантотенова кислота міститься у значних кількостях у дріжджах, печінці великої рогатої худоби, яйцях, зелених частинах рослин, молоці, моркві, капусті тощо. Пантотенову кислоту також синтезує мікрофлора кишок.

Продукти, що містять вітамін В₇. У малих кількостях біотин міститься у всіх продуктах, але найбільше цього вітаміну міститься в печінці, нирках, дріжджах, бобових (соє), цвітній капусті, горіхах (арахіс). У меншій мірі він міститься в томатах, шпинаті, яйцях (НЕ сирих), в грибах. Здорова мікрофлора кишечника синтезує біотин в достатній для організму кількості. Тому вживання продуктів, що нормалізують мікрофлору кишечника (молочнокислі продукти, квашена капуста) надає хоча і непрямий, але значний внесок у забезпечення потреби організму в біотині.