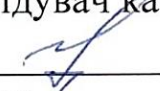


**ОДЕСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ МЕДИЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
КАФЕДРА ТЕХНОЛОГІЇ ЛІКІВ**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

 (Борисюк І.Ю.)

“ 27 ” серпня 2021 р

**МЕТОДИЧНА РОЗРОБКА ПРАКТИЧНОГО ЗАНЯТТЯ**

Факультет: фармацевтичний

Навчальна дисципліна «Фармацевтична біотехнологія»

Семінарське заняття №10 Тема: **«Фармацевтична біотехнологія отримання вітамінів і коферментів.»**

**для аспірантів**

Практичне заняття розробив:  
асистент



(Акішева А.С.)

підпис

Практичне заняття обговорено на  
методичній нараді кафедри  
«27» серпня 2021 р.

Протокол № 1

*ОНМедУ, кафедра Технології ліків Семінарське заняття №10. «Фармацевтична біотехнологія отримання вітамінів і коферментів.»*

Одеса – 2021

*Методична розробка практичного заняття, ОПП «Фармація, промислова фармація», для докторів філософії III освітньо-наукового рівня, фармацевтичний факультет, Дисципліна: «Фармацевтична біотехнологія» стр. 2*

**Тема:** Фармацевтична біотехнологія отримання вітамінів і коферментів.

**Мета:** Ознайомитися з основними напрямки розвитку біотехнології вітамінів та коферментів, принципи отримання. Використання вітамінів і коферментів в фармацевтичній галузі.

**Основні поняття:** Вітаміни, коферменти

**Обладнання:** згідно до вимог Належної аптечної практики (GPP).

**Навчальний час:** 4,0

## План

### I. Організаційний момент

#### Зміст теми

**Вітаміни** - це низькомолекулярні органічні речовини по-різному образною хімічної структури, які є біологічними каталізаторами хімічних реакцій проходять в живій клітині, необхідні для нормального обміну речовин і життєдіяльності організму. Термін «вітаміни» запропонував в 1912 році польський вчений К. Функ. Багато вітаміни попередники коферментів, беруть участь у ферментативних реакціях. Сьогодні відомо близько 30 вітамінів і вітаміноподібна з'єднань.

Надлишок вітамінів (гіпервітаміноз) спостерігається при надмірному надходженні вітамінів в організм. Спостерігається, наприклад, при прийомі високих доз жиророзчинних вітамінів, які характеризуються вираженою ліпофільністю і здатні затримуватися в організмі. Так, гіпервітаміноз вітаміну D може розвиватися при збільшеному споживанні печінки і жиру деяких морських риб, а також у дітей при передозуванні вітаміну D в процесі лікування рахіту. При гіпервітамінозе вітаміну D виникає гіперкальціємія і гіперфосфатемія внаслідок демінералізації кісткової тканини, активації процесів всмоктування  $Ca^{2+}$  в кишечнику і реабсорбції в нирках. Завдяки вивченню фізіології і генетики мікроорганізмів - продуцентів вітамінів і з'ясування шляхів біосинтезу кожного з них, створена теоретична основа для отримання мікробіологічними шляхом практично всіх відомих в даний час вітамінів. Однак за допомогою ензимів доцільніше проводити лише особливо складні за будовою вітаміни: B<sub>2</sub>, B<sub>12</sub>, каротін (провітамін A) і попередники вітаміну D. Інші вітаміни або виділяють з природних джерел, або синтезують хімічним шляхом. Вітаміни використовуються в якості лікарських препаратів, для створення збалансованих харчових і кормових раціонів і для інтенсифікації біотехнологічних процесів. Необхідно відзначити, що в організмі людини і тварин джерелом синтезу вітамінів є мікроорганізми кишечника. Так, мікроорганізми синтезують фолієву кислоту в кількостях, достатніх для задоволення потреб організму в цьому вітаміні. Вітамін B<sub>12</sub> (кобаламін) також може синтезуватися мікрофлорою

кишечника за умови доставки з їжею кобальту. Мікрофлорою кишечника синтезується вітамін В3 (пантотенова кислота) в кількостях, достатніх для задоволення потреб організму в цьому вітаміні. Мікрофлора кишечника є важливим продуцентом біотину (вітамін Н), піридоксину (вітамін В6), тіаміну (вітамін В1).

Виробництво вітамінів здійснюється наступними основними шляхами:

1. Екстракція вітамінних препаратів з рослинної або тваринної сировини. З цього напрямку починалася вітамінна промисловість, оскільки перші вітамінні препарати були отримані саме таким шляхом. Наприклад, вітамін В12 отримували з сирової печінки великої рогатої худоби, каротин - з моркви. Але в даний час частка вітамінів, одержуваних цим методом, незначна зважаючи на дуже низький вміст їх в природній сировині і обмеженості сировинних ресурсів.

2. Хімічний синтез вітамінів. Виробництво синтетичних вітамінів займає, мабуть, провідне місце в сучасній вітамінній промисловості. Основна номенклатура вітамінів представлена речовинами, отриманими хімічним синтезом з хімічних видів сировини або поєднанням хімічного синтезу з біосинтезу. Однак такий спосіб виробництва вітамінів є складний, багатоступінчастий процес, пов'язаний з великими виробничими витратами, що підвищує собівартість продукції і робить кінцеві продукти занадто дорогими.

3. Біосинтез вітамінів. Отримання вітамінів здійснюють мікробіологічними способом з використанням штамів продуцентів. Сьогодні, основні вітаміни, які використовуються в фармації, отримані за допомогою біосинтезу: рибофлавін, ціанокобаламін, аскорбінова кислота, ергокальциферол, ніотинова кислота та ін. (Див. Табл. 5).

Таблиця 5 Штами-продуценти вітамінів

	Синтезовані вітаміни	Штами-продуценти вітамінів
1	2	3
1	ВІТАМІН В2 (Рибофлавін)	<i>Clostridium acetobutylicum</i> ; <i>Mycobacterium smegmatis</i> , <i>Mycocandida riboflavina</i> , <i>Bacillus subtilis</i> 24A1/pMx45; <i>Bacillus subtilis</i> 62/pMX30гiBO 186; <i>Candida fiaveri</i> , <i>Candida membranifaciens subsp. flavinogenie</i> W14-3; <i>Eremothecium ashbyii</i> , <i>Ashbyii gossipii</i> .

2	ВІТАМІН В12 • (Ціанокобаламін)	<i>Propionibacterium shermanii</i> M-82; <i>Nocardia rugosa</i> ; <i>Methanosarcina barkeri</i> , <i>Methanosarcina vacuolata</i> , <i>Methanococcus halophilus</i> , <i>Clostridium thermoaceticum</i> , <i>Clostridium</i> <i>Formicoaceticum</i> , <i>Acetobacter woodi</i> , <i>Bacillus circulans</i> , <i>Bacillus stearothermophilus</i> .
3	ВІТАМІН D2	<i>Saccharomyces ellipsoids</i> , <i>Rhodotorula glutinis</i> ; <i>Candida utilis</i> , <i>Candida</i> <i>tropicalis</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium westlingii</i> .
4	б-БАРОТІН	<i>Blakeslea trispora</i> .
5	ВІТАМІН РР (нікотинова кислота)	<i>Brevibacterium ammoniagenes</i> .
6	ВІТАМІН С (L-аскорбінова кислота)	<i>Gluconobacter oxydans</i> , <i>Acetobacter</i> , <i>Erwinia punctata</i> , <i>Corynebacterium</i> , <i>Brevibacterium</i> ; <i>Arthrobacter</i> .
7	ВІТАМІН В, (тіамин)	<i>Saccharomyces</i> .

Таким чином, вітаміни являють собою групу незамінних органічних сполук різної хімічної природи, необхідних будь-якому організму в незначних концентраціях і виконують в ньому каталітичні і регуляторні функції. Недолік того чи іншого вітаміна порушує обмін речовин і нормальні процеси життєдіяльності організму, приводячи до розвитку патологічних станів. Вітаміни не утворюються у гетеротрофів. Здатністю до синтезу вітамінів мають лише автотрофи, зокрема рослини. Багато мікроорганізмів також утворюють цілий ряд вітамінів. У зв'язку з цим, синтез вітамінів за допомогою мікроорганізмів став основою для розробки технологій промислового виробництва цих біологічно активних сполук.

Загальна характеристика вітамінів

Класифікація.

На сьогоднішній день класифікація вітамінів базується в основному на принципах їх біологічного або хімічного походження. Найбільш широко застосовується сьогодні класифікація вітамінів по розчинності у воді і

жирах. Вітаміни, які розчиняються в жирах, можуть накопичуватися в печінці і жировій тканині. Їх надмірне вживання небезпечно, адже вітаміни ці токсичні в дозах, які значно перевищують норму. Таким чином, вітаміни поділяються на:

- водорозчинні (В1 - тіамін, В2 - рибофлавін, В5 - пантотенова кислота, В6 - піридоксин, В9 - фолієва кислота, В12 - ціанокобаламін, РР - нікотинова кислота, Н - біотин, С - аскорбінова кислота, Р - рутин);

- жиророзчинні (А - ретинол, D - кальциферол, Е - токоферол, К - менадион, вітамін коагуляції). ідентифікація вітамінів

- для кислоти нікотинової (вітаміну РР) - спектрофотометрично при довжині хвилі 440 нм (цветная реакція);

- для кислоти аскорбінової (вітаміну С) - титрометричним;

- для □-токоферолу ацетату (вітамін Е) - спектрофотометрично при довжині хвилі 520 нм (кольорова реакція).

Випробування чистоти.

Існують загальні вимоги, які пред'являються до випробувань на чистоту: чутливість, специфічність і відтворюваність використовуваної реакції, а також придатність її застосування для встановлення допустимих меж вмісту домішок. Тому обирають реакції з такою чутливістю, яка дозволяє визначити припустимі межі домішок. Ці межі встановлюють попередньої біологічної перевіркою з урахуванням можливого токсичного впливу домішки. Випробування на чистоту засновані на використанні ВЕРХ, ГРХ та їх поєднання з іншими методами, такими як спектрофотометрія, мас-спектроскопія, полярографія. Згідно з вимогами ДФУ всі вітаміни підлягають контролю на супутні домішки: сульфати, нітрати, сульфатна зола, важкі метали, хлориди, специфічні домішки та інші.

Зберігання.

Субстанції вітамінів зберігають в щільно закупореній контейнері, в захищеному від світла місці. Готові лікарські препарати, що містять вітаміни або їх похідні зберігають в умовах регламентованих нормативно-технічною документацією.

Застосування.

Вимоги до якості препаратів вітамінів викладені в Державній Фармакопеї України та Європейської фармакопеї. Субстанції вітамінів широко використовуються в складі багатьох лікарських препаратів.

Як приклад можна навести дані про те, що в Україні зареєстровано понад 200 лікарських препаратів, до складу яких входять вітаміни. Препарати випускають у кількох формах: для ін'єкцій, таблетки, капсули, креми, аерозолі тощо. Крім лікарських препаратів на ринку представлені засоби для косметики і біологічно активні добавки, що містять широкий спектр вітамінів. Ряд фармацевтичних підприємств спеціалізуються на

випуску вітамінів. Поява на фармацевтичному ринку багатокомпонентних вітамінних препаратів ставить задачу визначення їх складу і змісту різних вітамінів, кількість яких може сильно варіювати.

Ідентифікацію вітамінів проводять різними методами:

- ІК-спектроскопія;
- Питомий оптичне обертання;
- Питома показник заломлення;
- Метод ВЕРХ;
- Метод ТШХ;

- Специфічні реакції на певні групи в молекулі вітамінів. Кількісне визначення вітамінів. Для кількісного визначення ряду вітамінів (вітамін Е (альфатокоферол), вітамін А (ретинол), колекальциферол (вітамін D3) і ін.) Введено поняття міжнародний одиниці (МО). МО - це активність певного вагового кількості вітаміну, прийнятого за еталон. При визначенні кількості вітаміну зазвичай як еталон використовують хімічно чистий препарат із заздалегідь відомою величиною концентрації. Ряд вітамінів в препараті вказують у ваговій кількості (в мг) - вітамін С (аскорбінова кислота), вітамін В2 (рибофлавін), вітамін В1 (тіамін) і ін.

Основні методи кількісного визначення вітамінів:

- Метод ВЕРХ;
- Метод мікробіологічний;
- Методи тітрометрії;
- УФ-спектроскопія.

Для визначення вмісту вітамінів в лікарських формах використовують наступні методи:

- для ретинолу (вітамін А) - спектрофотометрично при довжині хвилі 325 нм або при довжині хвилі 620 нм (кольорова реакція з хлоридом сурми);

- для тіаміну (вітаміну В1) - Флуориметричеській при довжині хвилі 436 нм;

- для рибофлавіну (вітаміну В2) - Флуориметричеській при довжині хвилі 440 нм;

- для піридоксину гідрохлориду (вітаміну В6) - спектрофотометрично при довжині хвилі 600 нм (кольорова реакція);

- для цианокобаламіна (вітаміну В12) - використовують мікробіологічний метод (наприклад, з *Escherichia coli* в якості тест мікроорганізму - визначають діаметри зон стимуляції росту тест мікроорганізму досліджуваним препаратом і стандартним зразком) даних видів продукції, наприклад, фірма «Unipharm» випускає серію препаратів «Вітрум », що містять різні вітаміни. В Україні зареєстровано понад 20 препаратів цієї серії фірми «Unipharm». Препарати, що містять вітаміни, випускають у вигляді: монопрепаратів, що містять один вітамін

(наприклад, ін'єкційні форми аскорбінової кислоти у вигляді 5% або 10% розчинів;

- рибофлавіну у вигляді 1% розчину;
- піридоксину у вигляді 1%, 2, 5%, 5% розчинів і ін.) І комплексних препаратів, що містять 2 і більше вітамінів.

Склад деяких комплексних препаратів вітамінів: «Вітрум». Склад на одну м'яку желатинову капсулу: бетакаротін (1700 МО), альфатокоферол (10 МО), колекальциферол (67 МО), аскорбінова кислота (40 мг), тіамін (2 мг), рибофлавін (2 мг), пантотенова кислота (10 мг), піридоксин (5 мг), фолієва кислота (133 мкг), ціанокобаламін (4 мкг), нікотинамід (10 мг), біотин (133 мкг), холін (50 мг).

«Вітакап». Склад на одну м'яку желатинову капсулу: альфатокоферол (15 МО), колекальциферол (400 МО), аскорбінова кислота (75 мг), тіамін (5 мг), рибофлавін (5 мг), піридоксин (2 мг), фолієва кислота (1000 мкг), ціанокобаламін (5 мкг), нікотинамід (45 мг), ретинол (5000 МО).

Функціональна роль вітамінів, що входять в лікарські препарати: Рибофлавін (вітамін В2) - каталізатор процесів клітинного дихання та зорового рецепції;

- грає важливу роль в утворенні ДНК;
- стимулює процеси регенерації тканин. Піридоксин (вітамін В6) - виконує в організмі функцію стимуляції обміну речовин;
- є коферментом, регулюючи засвоєваність білка в організмі, а також бере участь в переробці амінокислот;
- бере безпосередню участь у виробництві кров'яних тілець і їх фарбувального пігменту (гемоглобіну);
- бере участь у постачанні клітин глюкозою. Ціанокобаламін (вітамін В12) - бере участь у синтезі нуклеотидів;
- є важливим фактором росту, кровотворення та розвитку епітеліальних клітин;
- необхідний для метаболізму фолієвої кислоти та синтезу мієліну, що утворює оболонку нервових волокон;
- підвищує стійкість еритроцитів до гемолізу;
- підвищує здатність тканин до регенерації. Фолієва кислота - бере участь в синтезі амінокислот, нуклеотидів, нуклеїнових кислот;
- необхідна для нормального еритропоезу;
- покращує регенерацію пошкоджених тканин. Пантотенова кислота - бере участь у вуглеводному і жировому обміні, синтезі ацетилхоліну;
- прискорює процеси регенерації;
- бере участь у передачі нервових імпульсів.

Нікотинамід - бере участь в процесах тканинного дихання, ліпідного і вуглеводного обмінів. Аскорбінова кислота (вітамін С) - відіграє важливу роль в регулюванні окислювально-відновних процесів;



- забезпечує синтез колагену;
- бере участь в синтезі стероїдних гормонів і катехоламінів;
- нормалізує проникність капілярів;
- бере участь в синтезі гемоглобіну;
- підвищує неспецифічну резистентність;
- володіє антидотна властивостями;
- впливає на обмін амінокислот ароматичного ряду, метаболізм тироксину, біосинтез інсуліну.

Альфа tokoферол (вітамін Е) - має антиоксидантні властивості;

- забезпечує захист ненасичених жирних кислот у мембранах клітин;
- підтримує стабільність еритроцитів;
- знижує агрегацію тромбоцитів;
- пригнічує синтез простагландину Е2;
- робить позитивний вплив на функції статевих залоз, нервової та м'язової тканини;

- підсилює імунні реакції, в тому числі у літніх людей. Ретинол (вітамін А) - незамінний для росту і репродукції, регенерації, для процесів росту та формування кісток (профілактика рахіту);

- бере участь у формуванні зорових пігментів і нормальному функціонуванні органів зору;

- грає важливу роль в підтримці імунітету;
- підвищує резистентність організму до дії несприятливих чинників навколишнього середовища. Холекальциферол (вітамін D3) - регулює обмін кальцію і фосфору в організмі, покращує їх всмоктування в тонкому кишечнику;

- сприяє формуванню і мінералізації кісткової тканини і тканини зубів, попередження розвитку остеопорозу.

Характеристика окремих вітамінів

У різних фармакопеях USP (США), EPh (Європа), в тому числі і ДФУ (Україна) наведені основні характеристики субстанції вітамінів, які використовуються в складі готових лікарських препаратів.

## II. Контроль опорних знань

Виконати тестові завдання:

1. Біотехнологічний процес отримання вітаміну включає:

А) культивування трансформованих клітин *Erwinicaherbicola*

Б) мікробіологічне розщеплення целюлози

В) культивування штаму *Streptococcusequisimilis*

Г) виділення вітаміну С з рослинних джерел

2. Оптимальне середовище для вирощування пропіонових бактерій в промисловому отриманні вітаміну В12 не містить

А) дистильовану воду

- Б) кукурудзяного екстракту  
В) глюкози  
Г) солей кобальту
3. Процес елюювання з колонок вітаміну В<sub>12</sub> на виробництві здійснюється
- А) водним розчином ацетону  
Б) етанолом  
В) ефіром  
Г) дистильованою водою
4. У виробництві якого вітаміну, в більшості стадійполучення якого використовується органічний синтез, успішно застосовується біоконверсія?
- А) аскорбінової кислоти  
Б) піридоксину  
В) цианокобаламіна  
Г) ергостерину
5. Продуценти вітаміну В<sub>12</sub> культивуються на среде без
- А) крохмалю  
Б) глюкози  
В) кукурудзяного екстракту  
Г) соєвого борошна
6. У процесі ферментації при отриманні вітаміну В<sub>12</sub> в ферментер необхідно подавати
- А) 5,6-діметілбензімідазол з лужним рас твором  
Б) дистильовану воду  
В) розчин глюкози  
Г) розчин сульфату амонію
7. Додаткове очищення вітаміну В<sub>12</sub> зазвичай на виробництві проводиться на колонках з допомогою
- А) поліетиленгліколю  
Б) гелю  
В) окису кальцію  
Г) окису алюмінію
8. Вітамін РР (нікотинова кислота) в промишленних масштабах біотехнологічно може бути отриманий з
- А) пекарських дріжджів  
Б) бактерій  
В) цвілевих грибів  
Г) міцеліальних грибів
9. При біотехнологічному отриманні вітаміну В<sub>12</sub> потрібна екстрагування протягом години з використанням води
- А) сильно підкисленою  
Б) дистильованої  
В) слабо підкисленою

Г) лужний

10. Використання бактерій як продуцентів білка і вітамінів в фармацевтичному виробництві має певну перевагу, яким є

А) відносно нескладна технологія

Б) невисока швидкість реакції біосинтезу білка

В) можливість біосинтезу вторинних метаболітів

Г) можливість ненаправленого впливу через селекцію на хімічний склад клітин для підвищення біологічної активності кінцевого продукту

11. У яких умовах з ергостерину утворюється вітамін (Д2) ергокальциферол

А) при УФ-опроміненні

Б) при термообробці

В) при охолодженні

Г) в темряві

12. Яким методом в промислових масштабах отримують вітамін В3

А) хімічним

Б) біологічним

В) хіміко-ензиматичними

Г) мікробіологічними

13. При промисловому одержанні вітаміну С використовуються методи

А) хіміко-ферментні

Б) хімічні

В) мікробіологічні

Г) біотрансформації

14. До водорозчинних вітамінів відноситься

А) аскорбінова кислота

Б) холекальцій ФЕРОЛІТ (Д3)

В) β каротин

Г) ергокальциферол (Д2)

15. До жиророзчинних вітамінів відноситься

А) холекальційферол

Б) цианокобаламін

В) аскорбінова кислота

Г) нікотіновоякислота

16. антисеборейний називається вітамін:

а) біотин

б) рибофлавін

в) тіамін

г) кобаламін

2. Хімічний склад вітаміну В<sub>12</sub> виражається формулою:

а) C<sub>90</sub>H<sub>36</sub>N<sub>14</sub>PCO

б) C<sub>36</sub>H<sub>90</sub>NPSCO

в)  $C_{90}H_{63}N_{14}PCO$

г)  $C_{63}H_{90}N_{14}PCO$

3. Коферментная форма вітаміну В6:

- а) пиридоксальфосфат
- б) тіамініпрофосфат
- в) кобамідний кофермент
- г) піридоксамінфосфат

4. Вітамін F бере участь в обміні:

- а) вуглеводів
- б) білків
- в) ліпідів
- г) нуклеїнових кислот

5. Вітамін В1 попереджає розвиток:

- а) дерматиту
- б) поліневриту
- в) курячої сліпоти
- г) цинги

6. Які вітаміни депонуються в тваринному організмі:

- а) А, В2, С, Д
- б) В1, Н, Р, Е
- в) Д, Е, К, F
- г) А, Е, Д, Н

7. Відмінні риси вітамінів:

- а) депонуються в тканинах
- б) входять до складу гормонів
- в) не є пластичним матеріалом
- г) утворюються в організмі

8. Коферментні форми утворюють вітаміни:

- а) В5, В12, С, Р
- б) В6, В1, В2, В12
- в) А, В3, В5, В6
- г) F, В1, В12, К

9. До вітаміноподібною з'єднанням відносять:

- а) рутин
- б) пангамовая кислоту
- в) нікотинамід
- г) фолієву кислоту

10. На вітамін Д багаті:

- а) солома
- б) силос
- в) сіно природного сушіння
- г) сіно штучного сушіння

1. антидерматитний називають вітаміни:
  - а) В1 і В3,
  - б) В3 і В6,
  - в) В6 і В5,
  - г) Н і В2
2. З двох частин: планарной і нуклеотидной складається вітамін:
  - а) піридоксин
  - б) токоферол
  - в) кобаламін
  - г) рутин
3. До складу коферменту ФАД входить вітамін:
  - а) В6
  - б) В5
  - в) В1
  - г) В2
4. В окисно-відновних реакціях беруть участь вітаміни:
  - а) А і К
  - б) Д і Н
  - в) В1 і Р
  - г) Е і С
5. При авітамінозі вітаміну Д виникає захворювання:
  - а) «бери-бери»
  - б) рахіт
  - в) анемія
  - г) скорбут
6. Жиророзчинні вітаміни:
  - а) розчинні в жирах і воді,
  - б) утворюють коферментні форми,
  - в) накопичуються в тканинах,
  - г) називаються аквавітамінами
7. На вітамін трьох «Д» називають вітамін:
  - а) Д
  - б) В2
  - в) В5
  - г) З
8. Гіповітаміноз розвивається:
  - а) при відсутності вітамінів в кормах або неповному їх засвоєнні;
  - б) при нестачі в кормах або надмірному їх засвоєнні;
  - в) при надлишку вітаміну в кормах або неповному їх засвоєнні;

- г) при нестачі в кормах або неповному їх засвоєнні;
9. Коферментні форми утворюють вітаміни:
- а) В1 і С
  - б) А і Н
  - в) В2 і В6
  - г) В6 і Р
10. Больше всього міститься вітаміну С в:
- а) хвої
  - б) цитрусових
  - в) шипшині
  - г) чорній смородині
1. антианемічного називають вітаміни:
- а) С і Р
  - б) В12 і К
  - в) Нд і В12
  - г) Е і В3
2. Куряча сліпота - специфічний ознака нестачі вітамін А:
- а) рутина
  - б) токоферолу
  - в) ретинолу
  - г) убихинона
3. Вітамін В1 утворює кофермент:
- а) КоА
  - б) ФАД
  - в) НАД
  - г) ТПФ
4. Комплекс ненасичених жирних кислот називається вітаміном:
- а) А
  - б) В1
  - в) В6
  - г) F
5. Водорозчинні вітаміни:
- а) накопичуються в тканинах,
  - б) нечутливі до t<sub>0</sub>
  - в) утворюють коферменти
  - г) не синтезуються мікроорганізмами травного каналу
6. При авітамінозі вітаміну В1 виникає захворювання:
- а) дерматит
  - б) ксерофтальмия
  - в) цинга

г) «бери-бери»

7. Атом кобальту входить до складу вітаміну:

а) А

б) В6

в) В12

г) Д

8. Нестача вітаміну С можна викликати у:

а) ВРХ

б) свиней

в) морських свинок

г) собак

9. Набрякання п'яtkової суглоба, скручування пальців за типом «кулак» у птахів спостерігається при нестачі вітаміну:

а) В2

б) В5

в) В1

г) В3

10. До жиророзчинних вітамінів відносять:

а) А, Д, Е, Р

б) Е, К, F, А

в) К, F, А, Н

г) Д, А, F, С

### III. Обговорення теоретичних питань:

1.Значеніє вітамінів для людини

2.Источники вітамінів

3.Водораствориміє вітаміни

3.1.Рібофлавін (вітамін В2)

3.2.Ціанокоболамін (вітамін В12)

3.3.Пантотеновая кислота (вітамін В3)

3.4.Аскорбіновая кислота (вітамін С) 4.Жірораствориміє вітаміни

4.1.Ергостерін (вітамін Д2)

4.2.β-каротин

5.Убіхінони

6.Перспективи розвитку біотехнології в отриманні вітамінів препаратів.

#### Теми доповідей/ рефератів

1. Охарактеризуйте хімічну природу і значення вітаміну В2 для життєдіяльності живих організмів. Поясніть елементи схеми біосинтезу вітаміну В2.

2. Наведіть характеристику вітамінів групи Д. Вкажіть оптимальні умови культивування ергостерину. Опишіть технологію отримання вітаміну D2 із застосуванням методів біотехнології.

### IV. Підведення підсумків

Методична розробка практичного заняття, ОПП «Фармація, промислова фармація», для докторів філософії III освітньо-наукового рівня, фармацевтичний факультет, Дисципліна: «Фармацевтична біотехнологія» стр. 15

### **Список рекомендованої літератури**

1. S. Spada. G. Walsh Directory of Approved Biopharmaceutical Products 1st Edition . – CRC Press, 2019. – 336 p.
2. C. Kokare PHARMACEUTICAL BIOTECHNOLOGY 1st Edition. – Nirali Prakashan, 2017. – 274.
3. Лихач А. В. Промислова біотехнологія / А. В. Лихач. – МНАУ. – 2016. – 116 с.
4. Краснопольский Ю.М., Звягинцева О.В. Фармацевтическая биотехнология. Аспекты фармацевтической химии. Ю.М. Краснопольский, О.В. Звягинцева. – Харьков: НТУ «ХПИ», 2018. – 248 с.
5. Державна фармакопея України : в 3 т. / ДП “Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів”. –2-е вид. –Харків : Державне підприємство “ Український науковий фармакопейний центр якості лікарських засобів ”, 2015. –Т.1. –