

Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського

О.О. Сімакова

МІКРОБІОЛОГІЯ І ТОВАРОЗНАВСТВО
(частина 1 - Мікробіологія)

Навчальний посібник

Кривий Ріг
2023

Донецький національний університет економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського

О.О. Сімакова

МІКРОБІОЛОГІЯ І ТОВАРОЗНАВСТВО
(частина 1 - Мікробіологія)

Навчальний посібник

Затверджено на засіданні
кафедри технологій в ресторанному
господарстві, готельно-ресторанної
справи та підприємництва
Протокол № 13
від “22” травня 2023 р.

Схвалено навчально-методичною
радою ДонНУЕТ
Протокол № 9
від “22” травня 2023 р.

Кривий Ріг
2023

УДК 579.67 (076.5)
С 37

Рекомендовано до видання Вченою радою Донецького національного університету економіки і торгівлі імені Михайла Туган-Барановського (протокол № 11 від 22.05.2023 р.).

Рецензенти:

В.А. Гніцевич, доктор технічних наук, професор
Г. О. Горіна, доктор економічних наук, професор
А. В. Погребняк, доктор технічних наук, доцент

Сімакова О.О.

С 37 Сімакова О. О. Мікробіологія і товарознавство (частина 1 – Мікробіологія) : навч. посіб. Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2023. 81 с.

Навчальний посібник містить матеріали з курсу «Мікробіологія і товарознавство», модулю 1 - Мікробіологія для здобувачів усіх форм здобуття вищої освіти. Посібник містить матеріали, що охоплюють теми стосовно основ класифікації та морфології мікроорганізмів; фізіології мікроорганізмів; впливу факторів зовнішнього середовища на мікроорганізми; мікрофлори тіла людини, повітря підприємств ресторанного господарства та санітарних вимог до них; понять інфекції та імунітету, властивостей патогенних мікроорганізмів; найбільш розповсюджених харчових інфекцій та харчових отруень.

Навчальний посібник призначений для здобувачів усіх форм здобуття вищої освіти, які вивчають курс «Мікробіологія і товарознавство».

УДК 579.67 (076.5)

© О.О.Сімакова, 2023

ЗМІСТ

	Стор.
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 ОСНОВИ КЛАСИФІКАЦІЇ ТА МОРФОЛОГІЇ МІКРООРГАНІЗМІВ	8
1.1 Предмет і завдання мікробіології	8
1.2 Класифікація мікроорганізмів	10
1.3 Розміри, форма, будова і рухливість бактеріальної клітини	10
1.4 Загальна характеристика грибів	17
1.4.1 Будова і способи розмноження	17
1.4.2 Систематика грибів	20
1.4.3 Загальна характеристика дріжджів	20
1.5 Ультрамікроби	22
Питання для самоконтролю, тестові завдання	23
РОЗДІЛ 2 ФІЗІОЛОГІЯ МІКРООРГАНІЗМІВ	25
2.1 Хімічний склад мікроорганізмів	25
2.2 Харчування мікроорганізмів	26
2.3 Дихання мікроорганізмів	28
2.4 Ріст і розмноження мікроорганізмів	29
2.5 Культивування мікроорганізмів	31
Питання для самоконтролю, тестові завдання	32
РОЗДІЛ 3 ВПЛИВ ФАКТОРІВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА МІКРООРГАНІЗМИ	34
3.1 Фізичні фактори	34
3.1.1 Дія високих та низьких температур	34
3.1.2 Дія видимого випромінювання (світла)	36
3.1.3 Дія ультрафіолетового випромінювання	37
3.1.4 Дія рентгенівських променів і т. ін.	37
3.2 Хімічні фактори	39
3.3 Біологічні фактори	40
3.4 Зберігання харчових продуктів, яке засноване на біологічних, фізичних і хімічних принципах	41
Питання для самоконтролю, тестові завдання	42
РОЗДІЛ 4 МІКРОФЛОРА ТІЛА ЛЮДИНИ, ВОДИ, ПОВІТРЯ ПІДПРИЄМСТВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА ТА САНІТАРНІ ВИМОГИ ДО НИХ	44
4.1 Мікрофлора тіла людини	44
4.1.1 Мікрофлора шкіри	44
4.1.2 Мікрофлора ротової порожнини, горла і дихальних шляхів	45
4.1.3 Мікрофлора шлунково-кишкового тракту	45
4.2 Мікрофлора води та санітарні вимоги до неї	46
4.3 Мікрофлора повітря. Санітарно-гігієнічні вимоги до повітря	49

закритих приміщень	
Питання для самоконтролю, тестові завдання	51
РОЗДІЛ 5 ПОНЯТТЯ ІНФЕКЦІЇ ТА ІМУНІТЕТУ. ВЛАСТИВОСТІ	53
ПАТОГЕННИХ МІКРООРГАНІЗМІВ	
5.1 Інфекція. стадії інфекційного процесу	53
5.2 Поняття патогенності і вірулентності	54
5.3 Фактори патогенності мікробів	55
5.4 Основи епідеміології інфекційних хвороб	56
5.5 Поняття імунітету	58
Питання для самоконтролю, тестові завдання	60
РОЗДІЛ 6 ХАРЧОВІ ІНФЕКЦІЇ. ХАРЧОВІ ОТРУЄННЯ:	61
ІНТОКСИКАЦІЇ І ТОКСИКОІНФЕКЦІЇ	
6.1 Харчові інфекції	61
6.1.1 Антропонозні (кишкові) інфекції	61
6.1.2 Зоонозні інфекції	65
6.2 Харчові отруєння	69
6.2.1 Токсикоінфекції	69
6.2.2 Токсикози (інтоксикації)	73
Питання для самоконтролю, тестові завдання	77
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	79

ВСТУП

Матеріали, які викладені у навчальному посібнику, будуть сприяти більш глибокому вивченню дисципліни «Мікробіологія і товарознавство» (модулю 1 – Мікробіологія), систематизації знань у сфері мікробіології харчових продуктів, вивченню закономірностей мікробіологічних перетворень основних компонентів продовольчої сировини під час технологічного перероблення.

Посібник містить матеріали, що охоплюють теми стосовно основ класифікації та морфології мікроорганізмів; фізіології мікроорганізмів; впливу факторів зовнішнього середовища на мікроорганізми; мікрофлори тіла людини, повітря підприємств ресторанного господарства та санітарних вимог до них; понять інфекції та імунітету, властивостей патогенних мікроорганізмів; найбільш розповсюджених харчових інфекцій та харчових отруень.

Опанування матеріалів посібника дозволяє забезпечити:

1) формування:

– загальних програмних компетентностей:

знання і розуміння предметної області та професійної діяльності;

здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями;

здатність до пошуку та аналізу інформації з різних джерел;

здатність виявляти ініціативу та підприємливість;

навички використання інформаційних та комунікаційних технологій;

здатність оцінювати та забезпечувати якість виконуваних робіт;

здатність працювати автономно;

навички здійснення безпечної діяльності;

прагнення до збереження навколишнього середовища;

здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово;

– фахових програмних компетентностей:

здатність організовувати та проводити контроль якості і безпечності сировини, напівфабрикатів та харчових продуктів із застосуванням сучасних методів;

2) досягнення програмних результатів навчання:

здатність продемонструвати знання наукових основ технологічних процесів харчових виробництв та закономірності фізико-хімічних, біохімічних і мікробіологічних перетворень основних компонентів продовольчої сировини під час технологічного перероблення;

здатність визначати відповідність показників якості сировини, напівфабрикатів і готової продукції нормативним вимогам за допомогою сучасних методів аналізу (або контролю);

здатність проводити теоретичні та/або експериментальні наукові дослідження, що виконуються індивідуально та/або у складі наукової групи.

3) набуття результатів навчання (згідно Дублінських дескрипторів):

– знання:

цілей та основних пріоритетів у сфері мікробіології при виробництві і споживанні продовольства;

основ класифікації і морфології мікроорганізмів, фізіології мікроорганізмів; впливу факторів зовнішнього середовища на мікроорганізми; найважливіших біохімічних процесів, збудниками яких є мікроорганізми, їх промислове використання;

поняття про інфекції та імунітет; властивості патогенних мікроорганізмів; найбільш розповсюджені харчові інфекції; харчові отруєння: харчові інтоксикації та токсикоінфекції;

мікрофлори харчових продуктів та їх санітарно-мікробіологічний контроль;

– **уміння/навички:**

визначити якість та безпеку продовольства за мікробіологічними показниками, робити висновки про стан продукції, яка контролюється та визначати шляхи її подальшого використання;

проводити санітарно-мікробіологічне дослідження поверхні робочого столу, інвентарю, посуду, рук персоналу;

визначити мікрофлору повітря і води різними методами;

– **комунікація:**

доносити знання з питань впливу факторів зовнішнього середовища на найважливіші біохімічні процеси, збудниками яких є мікроорганізми, їх промислове використання;

аргументувати напрями розвитку державної політики у сфері мікробіології і товарознавства при виробництві і споживанні продовольства;

– **відповідальність і автономія:**

демонструвати соціальну відповідальність за результати мікробіологічної експертизи харчових продуктів;

організувати експериментальні наукові дослідження, що виконуються індивідуально та/або у складі наукової групи.

РОЗДІЛ 1

ОСНОВИ КЛАСИФІКАЦІЇ ТА МОРФОЛОГІЇ МІКРООРГАНІЗМІВ

Основні питання

1.1 Предмет і завдання мікробіології

1.2 Класифікація мікроорганізмів

1.3 Розміри, форма, будова і рухливість бактеріальної клітини

1.4 Загальна характеристика грибів

1.4.1 Будова і способи розмноження

1.4.2 Систематика грибів

1.4.3 Загальна характеристика дріжджів

1.5 Ультрамікроби

1.1 Предмет і завдання мікробіології

Мікробіологія – наука про надзвичайно велику групу мікроскопічно малих живих організмів. Багато з них небезпечні при наявності в харчових продуктах. Вона **вивчає** особливості їх форм, будови, закономірності існування, а також зміни, які вони викликають в природі, організмах людини, тварин або рослин, в харчових продуктах, промислових матеріалах тощо.

Деякі мікроорганізми є збудниками харчових інфекцій і отруєнь. Тому при вивченні мікробіології **необхідно знати** основні закономірності розвитку, розмноження, життєдіяльності мікробів, можливості використання їх біохімічної діяльності для отримання корисних продуктів, а також способи запобігання пошкоджень, які викликають мікроорганізми.

На розвиток мікробіології значно впливає загальний прогрес науки і техніки, рівень розвитку промисловості і потреби людства.

Мікробіологія досліджує і розробляє засоби використання корисних мікробів в харчовій промисловості, сільському господарстві, медицині та інших галузях промисловості, а також засоби і методи боротьби зі шкідливими мікроорганізмами, які псують харчові продукти, викликають хвороби у людини або тварини, знищують товари тощо.

У зв'язку з винятковим різноманіттям, простою будовою, швидкістю розмноження і унікальною здатністю пристосовуватися до умов існування, **мікроби** широко поширені в природі і відіграють **надзвичайно важливу роль** в хлібопеченні, виноробстві, виробництві м'яса, молока і кисломолочних продуктів, інших продуктів щоденного споживання.

Головна мета вивчення мікробіології полягає в формуванні знань, за допомогою яких виникає можливість керувати мікробіологічними процесами.

Мікроорганізми були відкриті голландським натуралістом Антонієм Ван Левенгуком (1632–1723 рр.), який спостерігав за ними крізь збільшуючи в 270 ... 300 разів лінзи і мікроскоп, котрі сам сконструював. Свої спостереження за мікроорганізмами А. Левенгук ретельно описував і замальовував їх. Вчений описував дріжджі, інфузорії, великі бактерії. Вважається, що А. Левенгуком відкритий світ мікробів.

Початком розвитку мікробіології як науки, зв'язок між мікроорганізмами і процесами, що вони викликають, вперше встановив в кінці ХІХ ст. французький вчений Луї Пастер (1822–1895 рр.). Його дослідження мали не тільки наукове, а й практичне значення. Луї Пастер написав книги по виноробству, пивоварінню і виробництва оцту. Книги містять корисні практичні поради щодо технології бродильних процесів і боротьби з виробничими вадами. Л. Пастер довів, що вади вина і пива пов'язані з певними мікроорганізмами. Роботи Л. Пастера і його учнів ясно показали, що ряд хвороб людини і тварин - наслідок розмноження в їх організмі особливих хвороботворних мікробів. Важливими результатами цих робіт стало створення методики отримання вакцин проти деяких захворювань і основ стерилізації, а також прийомів захисту харчових продуктів від зараження мікроорганізмами ззовні (прийомів антисептики).

Значним внеском в мікробіологію стали роботи німецького вченого Роберта Коха (1843–1910 рр.). Його розробки вдосконалили прийоми дослідження мікроорганізмів в лабораторних умовах, що призвело до відкриття нових, раніше невідомих мікроорганізмів. Кох вивчав також особливості розвинення багатьох збудників інфекційних хвороб (сибірки, туберкульозу, холери і т. ін.).

Розвиток мікробіології пов'язано з ім'ям І.І. Мечникова (1845–1916 рр.). Він вперше розробив фагоцитарну теорію імунітету, тобто негаразди організму до інфекційних захворювань, заклав основи вчення про антагонізм мікробів.

Співробітником І.І. Мечникова був М.Ф. Гамалія (1859–1949 рр.), який займався питаннями медичної мікробіології. М.Ф. Гамалія створив першу станцію щеплень проти сказу в Одесі. Вся його діяльність була спрямована на рішення більш важливих питань охорони здоров'я в країні.

Велике значення для розвитку мікробіології, особливо в сільськогосподарській галузі, мали роботи С.М. Віноградського (1856–1953 рр.). Він довів можливість асиміляції мікроорганізмами вуглекислого газу без участі хлорофілу і сонячної енергії, цей процес набув назву хемосинтезу, відкрив явище фіксації азоту з повітря атмосфери анаеробними бактеріями.

Значний внесок у розвиток мікробіології консервування плодоовочевих продуктів привніс вчений М.М. Тереховський (1740–1796 рр.), довівши, що під час зберігання харчових продуктів, в першу чергу, необхідно створювати умови, що припиняють розвиток мікрофлори.

Д.І. Іванівський (1864–1920 рр) вперше довів живу природу вірусів і вивчив їх особливості.

Відкриття В.С. Буткевича, С.П. Костичева, В.М. Шапошникова стали науковим підґрунтям створення технології виробництва лимонної кислоти, масляної кислоти, бутилового спирту, ацетону за допомогою мікроорганізмів.

Я.Я. Нікітінській (1878–1941 рр.) поклав початок курсу харчової мікробіології, обґрунтував технологію консервного виробництва та холодильного зберігання харчових продуктів, які швидко псуються, що було вагомим внеском в галузь харчової мікробіології.

Значні успіхи в галузі мікробіології молока і молочних продуктів було досягнуто школою С.А. Королева (1876–1932 рр.).

На кінець ХІХ ст. мікробіологія набула великого значення в медицині, сільському господарстві, харчовій промисловості та інших галузях. Переворотом у науковому світі було створення електронного мікроскопу і розробка нових прийомів дослідження мікроорганізмів, яке дозволяло вивчати їх на молекулярному рівні, а це, в свою чергу, дає можливість глибоко пізнати властивості мікробів, їх особливості, біохімічну діяльність, краще використовувати і керувати мікробіологічними процесами.

1.2 Класифікація мікроорганізмів

Мікроорганізми – це бактерії, гриби (включаючи дріжджі), найпростіші, водорості, віруси.

Всі живі організми ділять на наступні **групи: прокаріоти, еукаріоти і віруси.**

Віруси мають неклітинну будову.

Прокаріоти (від грецького «про» – до, «каріон» – ядро) – не мають оформленого ядра, генетичний матеріал (ДНК) не оточений в них ядерної мембраною і знаходиться прямо в цитоплазмі. До прокаріотів відносять бактерії та ціанобактерії (синьо-зелені водорості).

Еукаріоти (від грецького «еу» – справжній, істинний, «каріон» – ядро) – мають справжнє ядро, генетичний матеріал оточений ядерною оболонкою – подвійний мембраною. До еукаріотів відносять гриби, водорості, найпростіші, рослини і тварини.

Найбільше значення в повсякденному житті і промисловій практиці займають дві групи мікроорганізмів – бактерії і гриби. Тому на них буде зосереджено основну увагу.

1.3 Розміри, форма, будова і рухливість бактеріальної клітини

Морфологія мікроорганізмів вивчає форму і особливості будови клітини, розмноження, здатність рухатися, утворювати спори, капсули тощо.

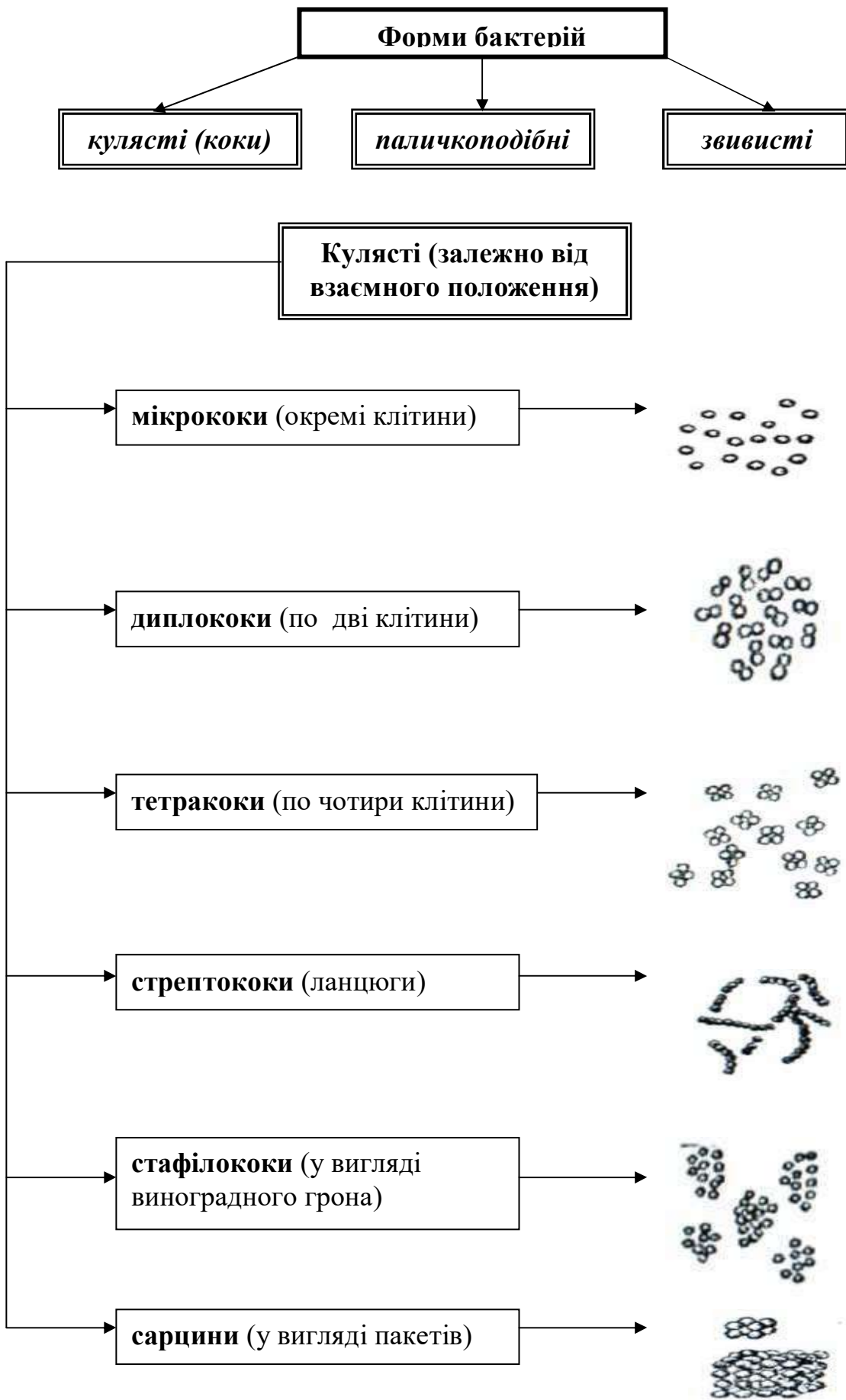


Рисунок 1.1 – Форми кулястих бактерій

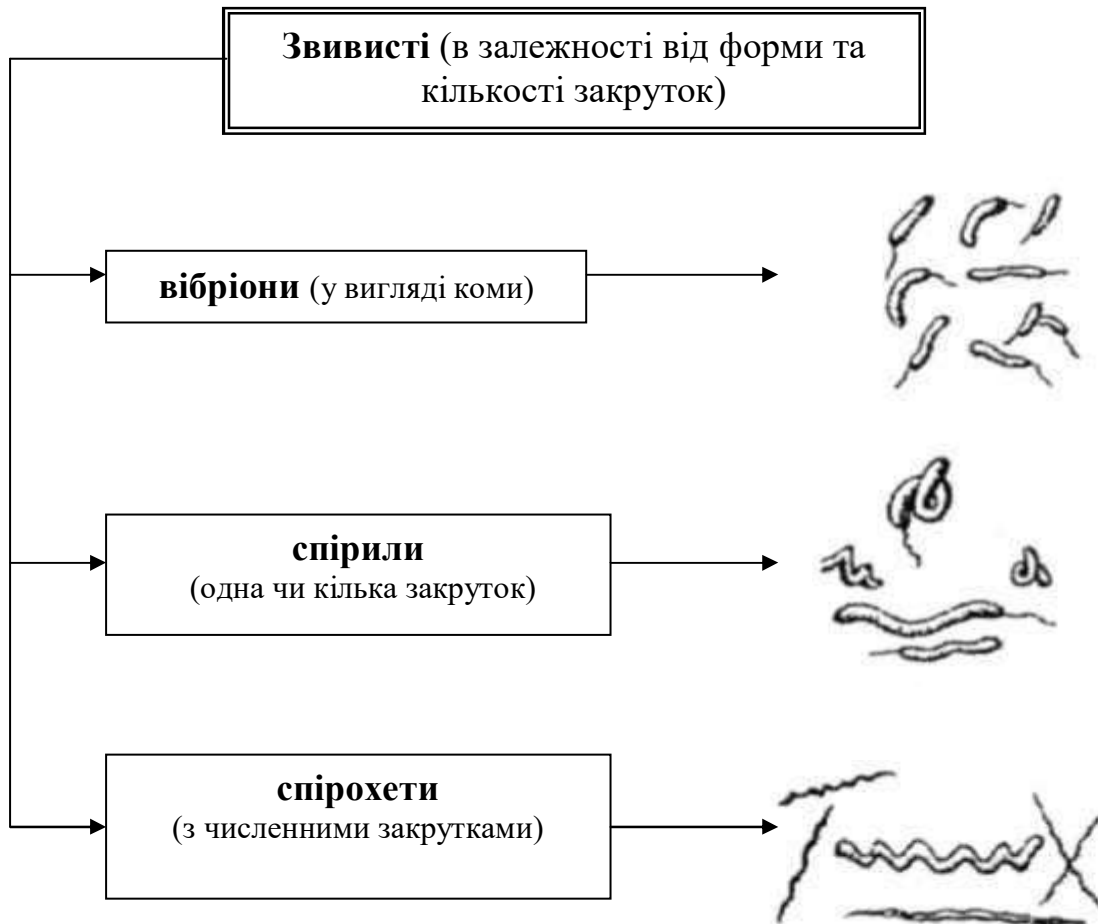
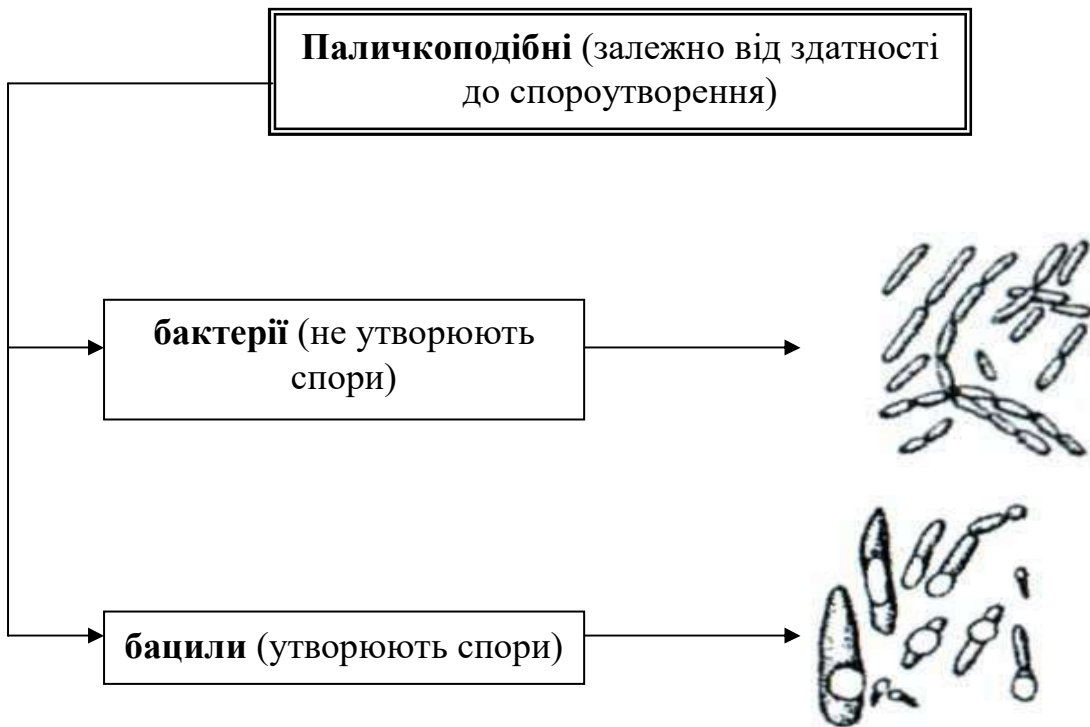


Рисунок 1.2 – Форми паличкоподібних і звивистих бактерій

Розміри. Розміри мікроорганізмів визначаються в мікрометрах (мкм) (10^{-6} м по системі СІ). Діаметр кулястих форм 0,7-1,2 мкм; довжина паличкоподібних 1,6-10 мкм, ширина 0,3-1 мкм. Віруси – ще більш дрібні істоти. Їх розміри визначаються в нанометрах ($1 \text{ нм} = 10^{-9}$ м). Нитчасті форми мікробів досягають довжини в кілька десятків мікрометрів. Для того щоб уявити розміри цих істот, досить сказати, що в одній краплі води може вміщуватися кілька мільйонів або мільярдів мікроорганізмів.

Будова

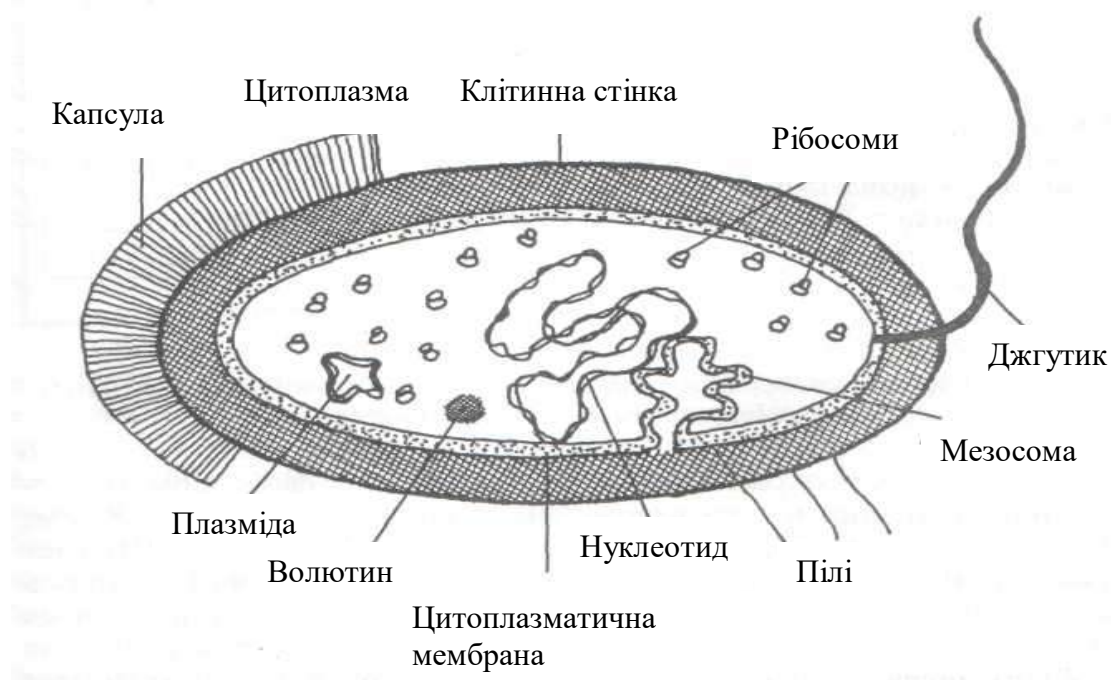


Рисунок 1.3 – Будова бактеріальної клітини

Бактеріальна клітина складається з оболонки, зовнішній шар якої називається клітинна стінка, а внутрішній – цитоплазматична мембрана, а також цитоплазми з включеннями і нуклеоїда. Є додаткові структури: капсула, мікрокапсула, слиз, джгутики, пілі, плазміди; деякі бактерії в несприятливих умовах здатні утворювати спори.

Клітинна стінка – міцна, пружна структура, що надає бактерії певну форму і разом з підлеглою цитоплазматичною мембраною «стримує» високий осмотичний тиск в бактеріальній клітці. Вона захищає клітину від дії шкідливих факторів зовнішнього середовища, бере участь в процесі її розподілу і транспорті метаболітів.

Найбільш товста клітинна стінка у грампозитивних бактерій (до 50-60 нм); у грам негативних бактерій вона становить 15-20 нм.

У клітинній стінці грампозитивних бактерій міститься невелика кількість полісахаридів, ліпідів, білків. Основним компонентом клітинної стінки грампозитивних бактерій є багатошаровий пептидоглікан (муреїн, мукопептид),

що становить 40-90 % від її маси. У грамнегативних бактерій кількість пептидоглікана в клітинній стінці – 5-20 %.

Цитоплазматична мембрана прилягає до внутрішньої поверхні клітинної стінки бактерій і оточує зовнішню частину цитоплазми. Вона складається з подвійного шару ліпідів, а також інтегральних білків, які пронизують її наскрізь. Цитоплазматична мембрана бере участь в регуляції осмотичного тиску, транспорті речовин і енергетичному метаболізмі клітини.

Цитоплазма бактеріальної клітини являє собою напіврідку, в'язку, колоїдну систему. Цитоплазма займає основний обсяг бактеріальної клітини і складається з розчинних білків, рибонуклеїнових кислот, включень і численних дрібних гранул – рибосом. У цитоплазмі є різні включення у вигляді гранул глікогену, полісахаридів, жирних кислот і поліфосфатів (волютин).

Місцями цитоплазма пронизана мембранними структурами – **мезосомами**, які походять від цитоплазматичної мембрани і зберегли з нею зв'язок. Мезосоми виконують різні функції, в них і в пов'язаної з ними цитоплазматичній мембрані розташовані ферменти, що беруть участь в енергетичних процесах – в постачанні клітини енергією.

Рибосоми розсіяні в цитоплазмі у вигляді дрібних гранул розміром 20-30 нм; рибосоми складаються приблизно наполовину з РНК і білка. Рибосоми відповідальні за синтез білка клітини. У бактеріальній клітині їх може бути 5-50 тисяч.

Нуклеотид – еквівалент ядра у бактерій. Він розташований в цитоплазмі бактерій у вигляді двухнитковці ДНК, замкнутої в кільце і щільно покладеної на зразок клубка. На відміну від ядра еукаріоту нуклеотид бактерій не має ядерної оболонки, ядерця і основних білків (гістонів). Зазвичай в бактеріальній клітині міститься одна хромосома, представлена замкнутої в кільце молекулою ДНК.

Крім нуклеотиду в бактеріальній клітці можуть перебувати позахромосомні фактори спадковості – **плазмід**, що представляють собою ковалентно замкнуті кільця ДНК і здатні до реплікації незалежно від бактеріальної хромосоми.

Капсула – слизова структура, міцно пов'язана з клітинною стінкою бактерій і має чітко окреслені зовнішні кордони. Зазвичай капсула складається з полісахаридів, іноді з поліпептидів, наприклад, у сибірвиразкової бацили. Капсула перешкоджає фагоцитозу бактерій. Капсули притаманні деяким видам бактерій або можуть утворюватися при попаданні мікроба в макроорганізм.

Джгутики бактерій визначають рухливість клітини. Джгутики являють собою тонкі нитки, що беруть початок від цитоплазматичної мембрани, вони прикріплені до цитоплазматичної мембрани і клітинної стінки спеціальними дисками, мають велику довжину, ніж сама клітина. Вони складаються з білка – флагеліну, закрученого у вигляді спіралі.

Ворсинки, або пілі (фімбрії) – ниткоподібні відростки, більш тонкі і короткі, ніж джгутики. Пили відходять від поверхні клітини і складаються з білка піліну. Вони відповідальні за прикріплення бактерій до враженої клітини, за харчування, водно-сольовий обмін; статеві пілі (F-пілі) характерні для так званих «чоловічих» клітин-донорів.

Спори – своєрідна форма спокійних граммпозитивних бактерій, що утворюються в зовнішньому середовищі при несприятливих умовах існування бактерій (висушування, дефіцит поживних речовин і т. ін.).

Процес спороутворення проходить кілька стадій, протягом яких частина цитоплазми і хромосома відокремлюються, оточуються цитоплазматичної мембраною; утворюється проспора, потім формується багатошарова, погано проникна оболонка, що надає спорі стійкість до температури і інших несприятливих факторів. При цьому всередині однієї бактерії утворюється одна спора.

Спороутворення сприяє збереженню виду і не є способом розмноження, як у грибів. Спори бактерій можуть довго зберігатися в ґрунті (збудники сибірської виразки і правця – десятки років). У сприятливих умовах спори проростають, при цьому з однієї спори утворюється одна бактерія.

Рухливість. Кулясті бактерії, як правило, нерухомі. Паличкоподібні бактерії бувають як рухливими, так і нерухомими. Вигнуті і спіралеподібні бактерії рухливі. Рух бактерій здійснюється за допомогою джгутиків.

Джгутики можуть здійснювати обертальні рухи. Наявність джгутиків, їх розташування є постійним для виду ознакою і мають діагностичне значення. Швидкість пересування велика: за секунду клітина з джгутиками може пройти відстань у 20-50 разів більше, ніж довжина її тіла.

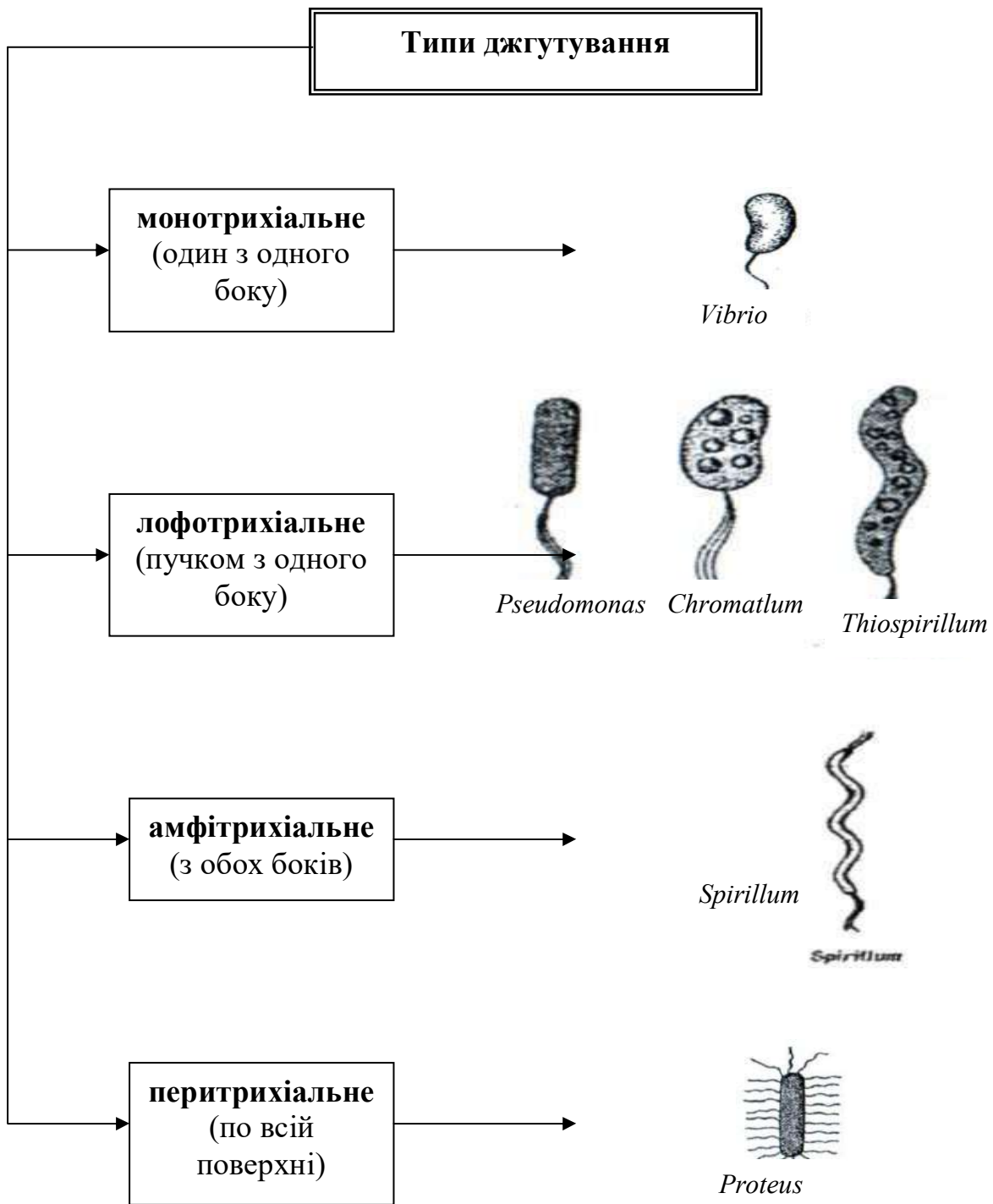


Рисунок 1.4 – Типи джгутування

1.4 Загальна характеристика грибів

1.4.1 Будова і способи розмноження

Гриби – гетеротрофні нефотосинтезуючі (безхлорофільні) еукаріотичні мікроорганізми. Царство грибів (*Fungi, Mycetes*) налічує понад 100 000 видів, об'єднаних в 7 класів, які в свою чергу поділяються на підкласи, порядки, родини, роди, види і штами. Серед них зустрічаються сапрофіти, паразити і факультативні паразити рослин, тварин і людини.

Будова тіла гриба. Вегетативне тіло більшості грибів представляє собою *грибницю* або *міцелій* з розгалужених ниток *гіфів* (грибних клітин), товщина яких коливається від 2 до 3 мкм. Такі гриби називають міцеліальними (ще їх називають пліснявами).

Окремі види мікроскопічних грибів не мають міцелію. Це деякі представники нижчих грибів, а також дріжджі, що представляють собою поодинокі округлі або подовжені клітини.

Міцелій одних грибів клітинний – гіфи розділені перегородками (септами), а клітини часто багатоядерні; міцелій інших неклітинний, гіфи не мають перегородок, і весь міцелій являє собою як би одну гігантську клітину з великим числом ядер.

З щільного сплетення гіфів складаються так звані *плодові тіла* грибів, в яких знаходяться органи розмноження. Міцелій починає свій розвиток зі спор, що проростають при певній температурі і вологості.

Залежно від характеру росту розрізняють *субстратний і повітряний міцелій*. Міцелій може розвиватися частково в субстраті (*субстратний міцелій*), пронизуючи його і всмоктуючи з нього воду і поживні речовини, а частково – на поверхні субстрата (*повітряний міцелій*) у вигляді пухнастих, павутиноподібних або тонких нальотів, плівок.

Будова грибної клітини

Клітини більшості грибів покриті твердою оболонкою, яка складається з клітинної стінки і різних позаклітинних виділень. *Клітинна стінка* – основний структурний компонент оболонки. Вона надає клітині стійку і характерну для неї форму, механічно захищає від осмотичного тиску.

Клітинна стінка складається на 80-90 % з полісахаридів; в невеликій кількості в ній є білки, ліпіди, поліфосфати. Основним полісахаридом клітинної стінки більшості грибів є хітин, деяких – целюлоза.

Зазвичай клітинна стінка має товщину близько 0,2 мкм. Вона становить від 10 до 50 % сухої маси організму.

Під клітинною стінкою розташована тришарова *цитоплазматична мембрана* товщиною близько 8 нм. Вона служить осмотичним бар'єром організму, контролює виборче надходження речовин в клітину.

Внутрішній зміст клітини можна розділити на мембранні структури і цитоплазму. *Цитоплазма* являє собою колоїдний розчин. До його складу входять ферменти, білки, амінокислоти, вуглеводи, нуклеїнові кислоти, гранули запасних

речовин. У цитоплазмі грибів міститься сильно розвинена система внутрішніх мембран.

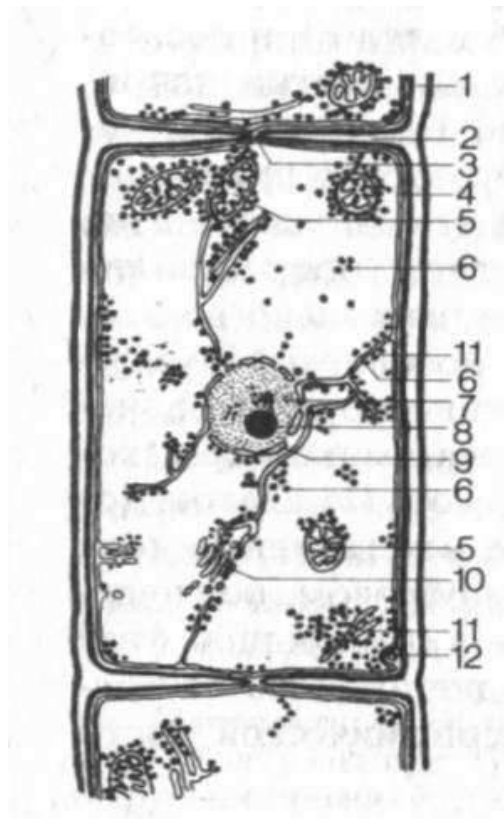


Рисунок 1.5 – Будова грибної клітини:

1 – клітинна стінка, 2 – септа, 3 – септова пора, 4 – плазмалема, 5 – мітохондрія, 6 – рибосоми, 7 – ядро, 8 – ядерце, 9 – ядерна мембрана, 10 – апарат Гольджи, 11 – ендоплазматичний ретикулум, 12 – лямбдасома.

До мембранних структур належать: ендоплазматичний ретикулум; апарат Гольджи; мітохондрії.

Ендоплазматичний ретикулум (ендоплазматична сітка) – мембранна система з взаємопов'язаних каналців (місцями звужуються або розширюються), яка пронизує цитоплазму і пов'язана з цитоплазматичною мембраною і мембраною ядра. У цьому органоді відбувається синтез багатьох речовин (ліпідів, вуглеводів та ін.).

Мітохондрії – утворення з ліпопротеїнових мембран, в яких здійснюються енергетичні процеси і синтезується АТФ – речовина, багата енергією.

Апарат Гольджи – мембранна система, пов'язана з ядерною мембраною і з ендоплазматичною мережею. До його різноманітних функцій відноситься транспорт речовин, синтезованих в ендоплазматичній мережі, а також видалення з клітини продуктів обміну.

Рибосоми – дуже дрібні, округлі, численні утворення. Частина їх знаходиться у вільному стані, частина прикріплена до мембран. В рибосомах відбувається синтез білка.

Лізосоми – дрібні округлі тільця, вкриті мембраною. У них містяться ферменти, що перетравлюють (розщеплюють) надходять ззовні білки, вуглеводи, ліпіди.

Ядро (або кілька ядер) оточене подвійною мембраною. В ядрі знаходяться ядерце і хромосоми, містять ДНК. В ядерній оболонці розташовані пори, що забезпечують транспорт речовин від ядра до цитоплазми.

Вакуолі – порожнини, оточені мембраною і заповнені клітинним соком, а також включеннями запасних поживних речовин.

Способи розмноження грибів. Особливістю грибів є велика різноманітність способів і органів розмноження. Один і той же грибок часто має кілька форм розмноження.

Гриби розмножуються вегетативним, безстатевим і статевим шляхами.

Вегетативне розмноження відбувається без утворення спеціалізованих органів – будь-яка частина міцелію дає початок новому організму. Вегетативне розмноження відбувається зазвичай при підтримці культури на штучних поживних середовищах.

При *безстатевому* і *статевому розмноженні* утворюються спеціалізовані клітини – *спори*, за допомогою яких і здійснюється розмноження.

При **безстатевому способі розмноження** спори утворюються на особливих гіфках повітряного міцелію, зовні відрізняються від інших гіфків. У одних грибів спори утворюються **екзогенно (відкрито)** на вершині гіфків зовні їх. Такі спори називаються *конідіями*, а гіфи, що несуть їх, – *конідіносіями*.

Конідії утворюються безпосередньо на конідіносіях або на спеціальних клітинах, розташованих на його вершині. Ці клітини зазвичай мають форму пляшечок і називаються *стеригмами*. Конідії розташовуються на конідіносіях (або на стеригмах) поодиночки, групами, ланцюжками і т. д.

У інших грибів спори утворюються **ендогенно** – всередині особливих клітин, що розвиваються на кінцях гіфків. Ці клітини – вмістилища спор – називаються *спорангіями*, що знаходяться в них спори *спорангіоспорами*, а гіфи, що несуть спорангії із спорами, *спорангіносіями*.

Поширення спор грибів зазвичай відбувається за допомогою вітру, дощу, комах, тварин і людини. Спори безстатевого розмноження служать для швидкої колонізації субстрату.

При **статевому розмноженні** грибів спороутворенню передують статевий процес – злиття статевих клітин з подальшим об'єднанням їх ядер. При цьому утворюються спеціалізовані органи розмноження. Розвиток цих органів і форми статевого процесу у грибів різноманітні.

Більшість грибів може розмножуватися безстатевим і статевим шляхом, такі гриби називають *досконалими*. Деякі гриби не здатні до статевого розмноження, їх називають *недосконалими*.

Особливості способів розмноження і будови органів розмноження використовують при розпізнаванні грибів. Ці особливості лежать в основі їх класифікації.

1.4.2 Систематика грибів

Систематика організмів, в тому числі і грибів, періодично вдосконалюється. В даний час більшість мікологів (М. В. Горленко та ін.) вважають, що розвиток грибів відбувалося різними еволюційними шляхами, в результаті чого сформувалися **два відділи**.

У представників *відділу Oomycota*, як і у рослин, в стінках клітин міститься целюлоза. Рухливі стадії мають один або два джгутики.

У справжніх грибів (*відділ Eumycota*) в стінках клітин міститься хітин. Вони складають більше 95% всіх грибів і об'єднані в **п'ять класів**:

1) *хітрідієміцети (Chytridiomycetes)*; міцелій слаборозвинений, одноклітинний; рухливі стадії мають один бічевидний джгутик;

2) *зігоміцети (Zygomycetes)*; міцелій несептірований, добре розвинений; розмноження здійснюється частіше спорангієспорами (ендоспорами);

3) *аскоміцети*, або сумчасті гриби (*Ascomycetes*); мейос-пори (спори статевого розмноження) утворюються всередині спеціальних клітин – сумок, або асков; мітоспори (спори безстатевого розмноження) представлені конідіями;

4) *базидіоміцети (Basidiomycetes)*; мають добре розвинений багатоклітинний міцелій; мітоспори представлені конідіями; мейоспори утворюються на спеціальних клітинах – базидіях; до цього класу належить більшість їстівних грибів – макроміцетів;

5) *дейтероміцети (Deuteromycetes)*; розмножуються безстатевим шляхом – конідіями; міцелій септірований; вони являють собою «колишні» аскоміцети, або базидіоміцети, які в процесі еволюції втратили статеві спороносіння; багато з дейтероміцетів – паразити тварин, рослин і людини.

1.4.3 Загальна характеристика дріжджів

Дріжджі є одноклітинними нерухомими мікроорганізмами, широко поширеними в природі; вони зустрічаються в ґрунті, на листі, стеблах і плодах рослин, в різноманітних харчових субстратах рослинного і тваринного походження.

Форма і будова дріжджової клітини

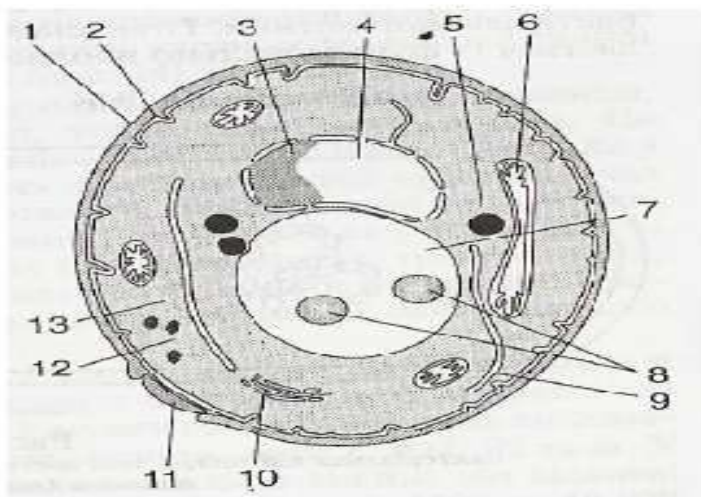


Рисунок 1.6 – Будова дріжджової клітини:

1 – клітинна оболонка; 2 – цитоплазматична мембрана; 3 – ядрце; 4 – ядро; 5 – краплі жиру; 6 – мітохондрії; 7 – вакуоль; 8 – гранули поліфосфата; 9 – ендоплазматична сітка; 10 – диктиосоми; 11 – бруньковий шрам; 12 – рибосоми; 13 – цитоплазма

Форма клітин дріжджів частіше округла, овально-яйцеподібна або еліптична, рідше циліндрична і лимоноподібна. Зустрічаються дріжджі особливої форми – серповидні, голкоподібні, стрілоподібні, трикутні. Розміри дріжджових клітин зазвичай не перевищують 10-15 мкм.

Форма і розміри дріжджів можуть помітно змінюватися в залежності від умов розвитку, а також віку клітин. Внутрішня будова клітини дріжджів схожа з будовою клітини грибів.

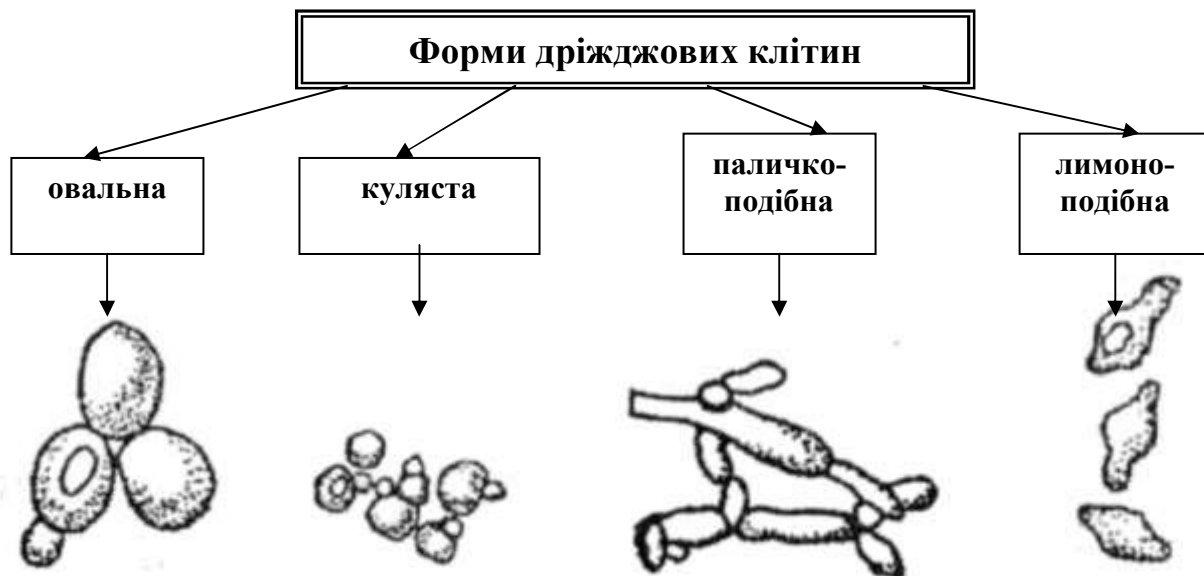


Рисунок 1.7 – Форми дріжджових клітин

Основи систематики дріжджів. Дріжджі відносять до класу сумчатих грибів (*Ascomycetes*), до підкласу голосумчатих. Підрозділ голосумчатих грибів на порядки, родини, роди засновано на особливостях їх розмноження, фізіологічних, біохімічних і морфологічних ознак.

Найбільший інтерес представляє рід сахароміцес (*Saccharomyces*), який об'єднує як природні види, так і культурні, застосовувані в промисловості. Окремі види розрізняються здатністю зброджувати ті чи інші цукри, інтенсивністю бродіння, кількістю утвореного спирту, оптимальними температурами брунькування і утворення спор і т. п.

У промисловості найбільш широко використовують два види дріжджів роду сахароміцес: церевізія і сахароміцес еліпсоїдеус.

Сахароміцес церевізія (*Sacch. Cerevisiae*) – дріжджі округлої або овальної форми. Застосовують їх у виробництві етилового спирту, пивоварінні, квасоваріння і хлібопеченні. Кожне виробництво застосовує свої специфічні раси (різновиди) даного виду дріжджів.

Сахароміцес еліпсоїдеус (*Sacch. Ellipsoideus - S. vini*) – дріжджі еліптичної форми. Їх використовують переважно в виноробстві. Цей вид дріжджів також представлений багатьма расами.

Ці та деякі інші види роду *Saccharomyces* при спонтанному розвитку у харчових продуктах, які містять цукор викликають їх псування – збражування, прокисання.

Крім спороутворюючих існують дріжджі, які не утворюють спор, – *аспорогенні*. Нерідко їх називають дріжджоподібними або недосконалыми дріжджовими організмами.

З аспорогенних дріжджів найбільше значення мають види кандиди (*Candida*) і торулопсис (*Torulopsis*). Численні представники їх широко поширені у природі; більшість не здатна до спиртового бродіння, багато викликають псування харчових продуктів.

Торулопсис має клітини круглої або овальної форми. Багато з них здатні викликати лише слабе спиртове бродіння. Окремі види використовують у виробництві кумису і кефіру.

Кандида – дріжджі, клітини яких мають витягнуту форму; вони здатні до утворення примітивного міцелію. Багато з них не здатні до спиртовому бродінню. Деякі види (наприклад, *C. muscoderma*), окислюють цукор і етиловий спирт в органічні кислоти або в вуглекислий газ і воду, є шкідниками у виробництві вин, пива, пекарських дріжджів. Ці дріжджі викликають також псування квашених овочів, безалкогольних напоїв і багатьох інших продуктів. Є види, що викликають захворювання кандидози у людей.

Деякі види кандиди використовують у виробництві кормових дріжджів. Дріжджування кормів – це збагачення їх білком і вітамінами при порівняно невеликих витратах.

1.5 Ультрамiкроби

Існує велика кількість інфекційних хвороб, збудників яких неможливо побачити крізь звичайний мікроскоп. Довів існування цих мікроорганізмів в 1892 році російський вчений Д.І. Іванівський – засновник розділу мікробіології – **вірусології**.

Відкриття електронного мікроскопу дозволило вперше спостерігати найменші мікроорганізми – віруси і фаги.

Вірус (від латинської – *viris* – отрута) – це особлива група організмів, менше бактерій і простіше за будовою. Розміри деяких вірусів лише в кілька разів перевищують розміри білкових молекул. Найбільш дрібними є віруси ящура, їх розмір не перевищує 8-12 нм (1нм дорівнює 1×10^{-6} мм); вірус грипу має середні розміри (80-120 нм); великі розміри має вірус віспи (120-200 нм).

Віруси не мають клітинної будови – відсутня цитоплазма, ядро, ферментативна або енергетична система. Віруси складаються переважно з білків і нуклеїнових кислот.

Важливішою відрізною ознакою вірусів від бактерій є їх повна нездатність розмножуватися поза організмом. Віруси – це внутрішньоклітинні паразити, які здатні до розмноження лише в живих клітинах.

Віруси здатні викликати захворювання людини, тварин і рослин, через що створюють велику шкоду народному господарству.

Фактори зовнішнього середовища здатні знищувати віруси: практично всі віруси гинуть під дією високих температур, кип'ятіння, під дією ультрафіолетових променів, іонізуючої радіації, але висушування віруси легко витримують, практично не викликає шкоди вірусам низька температура.

Віруси, які паразитують на бактеріях, мають назву **бактеріофаги**, на цвілевих грибах – **мікрофаги**.

Віруси, які потрапили в живу клітину бактерій, викликають її розпад (**лізис**).

Бактеріофаги викликають великої шкоди в галузях промисловості, де використовують мікробіологічні технології (виробництво молочнокислих продуктів, антибіотиків, вітамінів, ферментів тощо). Доведено, що бактеріофаги здатні знищувати певні бактерії, в тому числі і хвороботворні. Це властивість застосовується в боротьбі з хвороботворними бактеріями, наприклад, збудниками дизентерії, черевного тифу, холери, дифтерії тощо. Використовують бактеріофаги і мікрофаги також при боротьбі з шкідниками сільськогосподарських рослин.

Питання для самоконтролю:

1. Що таке мікроорганізми? Які групи мікроорганізмів найбільш важливі в харчовій промисловості, в практиці переробки харчової сировини і зберіганні харчових продуктів?
2. Чим відрізняються мікроорганізми від інших організмів? Основні властивості, що визначають поширеність в природі, на харчових продуктах і різноманітність їх біохімічної діяльності.
3. Морфологія бактерій: форма, розмір і будова клітини. Рухливість бактерій. Яким способом вона здійснюється?
4. Способи і швидкість розмноження бактерій. Привести приклади.
5. Значення швидкості розмноження бактерій в практиці зберігання харчових продуктів і в мікробіологічній промисловості.
6. Спороутворення у бактерій. Як протікає цей процес. Чи всі бактерії здатні до спороутворення? Порівняльна стійкість до чинників зовнішнього середовища вегетативних клітин і їх спор.
7. Основи систематики бактерій. Ознаки, що використовують при визначенні виду бактерій.
8. Що таке віруси і фаги? Відмінність їх будови від будови інших мікроорганізмів. Властивості і значення вірусів і фагів.
9. Будова тіла мікроскопічних грибів. Дати визначення міцелію грибів. Відмінності будови грибних гіфів і бактеріальної клітини.
10. Способи розмноження мікроскопічних грибів. Типи спороутворення (статеве, безстатеве). Органи спороутворення і основні відмінності в їх будові.
11. Класифікація грибів. Характерні ознаки кожного класу. Привести приклади представників окремих класів найпоширеніших збудників псування харчових продуктів або використовуваних в харчовій промисловості.

12. У чому відмінність між досконалими і недосконалими грибами? Значення вегетативної стадії і стадії спороношення грибів при зберіганні і реалізації харчових продуктів.
13. Форма, розмір, будова дріжджової клітки. Способи розмноження. Дати визначення поняттям: «плівчасті», «культурні», «дикі», «аспорогенні» дріжджі.
14. Принципи класифікації дріжджів. Поняття про раси. Значення дріжджів у харчовій промисловості та ресторанному господарстві (привести приклади використання).

Тестові завдання:

1. Мікроорганізми, які не мають дійсного (відокремленого) ядра

- A. плісняві гриби
- B. дріжджі
- C. бактерії
- D. протозоа

2. Бактерії, які належать до кулястих

- A. мікрококи
- B. вібріони
- C. бацили
- D. сарцини

3. Бактерії, яким притаманна паличкоподібна форма клітин

- A. мікрококи
- B. вібріони
- C. бацили
- D. сарцини

4. Назва клітини пліснявих грибів

- A. джгутик
- B. пілі
- C. гіфи
- D. оідія

5. Переважна форма клітин дріжджів

- A. куляста
- B. ниткоподібна
- C. гілляста
- D. спіралеподібна

РОЗДІЛ 2

ФІЗІОЛОГІЯ МІКРООРГАНІЗМІВ

Основні питання

2.1 Хімічний склад мікроорганізмів

2.2 Харчування мікроорганізмів

2.3 Дихання мікроорганізмів

2.4 Ріст і розмноження мікроорганізмів

2.5 Культивування мікроорганізмів

2.1 Хімічний склад мікроорганізмів

Вода становить основну масу мікробної клітини. Її кількість в середньому коливається від 75 до 85 %, у спорах – до 50 %. У спорах вода знаходиться в *зв'язаному стані*, у вегетативних форм – у *вільному*. Більше води містять молоді форми і менше – зрілі. Зв'язана вода входить до складу молекул білків, вуглеводів, жирів і інших з'єднань. Вільна вода служить середовищем, в якій відбувається рух іонів і електричних зарядів. За участю води здійснюються біохімічні та фізіологічні процеси у клітці. Зменшення її веде до уповільнення життєдіяльності (анабіоз), висушування – навіть до загибелі вегетативних форм. Отже, вода – один з головних компонентів, з яким пов'язана життєдіяльність мікробної клітини.

Сухої речовини в бактеріях у середньому 15-25 %, в ньому містяться органогени, що входять до складу органічних речовин, і зольні елементи. Органічні речовини представлені білками, нуклеїновими кислотами, вуглеводами, ліпідами. До їх складу входять: вуглець (45-55 %), кисень (30-40 %), азот (8-10 %), водень (6-8 %), вміст яких досягає 90-97 % сухої речовини.

Білки серед органічних речовин займають перше місце: в тілі патогенних мікробів їх кількість становить більше половини сухої речовини, у інших досягає 80 %. Вміст білків залежить від виду мікроорганізму і складу живильного середовища. Такі речовини, як антигени, токсини, ферменти, являють собою білки, що вказує на велике значення їх в життя мікробної клітини.

Велика роль в житті мікробної клітини *нуклеїнових кислот*. З інших протеїдів слід зазначити хромопротеїди, які беруть участь у процесі дихання, і ферменти, роль яких незмірно велика як каталізаторів біологічних процесів.

Вуглеводи в мікробної клітці представлені полісахаридами. У цитоплазмі вуглеводи можуть зустрічатися у вигляді зерен *крохмалю* і *глікогену*. Вони служать головним чином енергетичним матеріалом, їх зміст в мікробної клітці від 12 до 28 %. У кожному з мікроорганізмів є певний полісахарид, що дає

можливість диференціювати їх. Утворена на поверхні патогенних мікробів капсула, що складається з вуглеводів, обумовлює їх вірулентність і виконує захисну функцію.

Кількість **ліпідів** може коливатися від 3,8 до 40 % (дифтерійна бактерія містить 3,8 %, туберкульозна – 40 %). Ліпіди підтримують певну структуру цитоплазми, входять в склад цитоплазматичних мембран. В мікробної клітці ліпіди розподілені нерівномірно, їх більше міститься на поверхневих шарах і оболонці клітини. Ліпіди і ліпоїди підвищують стійкість мікробів до кислот та інших речовин.

Мінеральні речовини різноманітні як за складом, так і за кількістю. Вони складають від 2 до 14 % сухої речовини клітин. У більшій кількості зустрічаються фосфор, калій, натрій, сірка, кальцій, магній, залізо, хлор, а також мікроелементи (цинк, мідь, кобальт, барій, марганець і т. ін.). Мікроелементи виявляються в золі в дуже малих кількостях, вони входять до складу ферментів, вітамінів та інших компонентів мікробної клітини.

2.2 Харчування мікроорганізмів

Одне з основних властивостей живого організму – обмін речовин. Він включає в себе два процеси: 1) надходження з навколишнього середовища поживних речовин, необхідних для синтезу складових частин мікробної клітини; 2) виділення в навколишнє середовище продуктів життєдіяльності. Хоча обмін речовин (метаболізм) ділять на два процеси: **анаболізм (асиміляцію)** і **катаболізм (дисиміляцію)**, розподіл цей умовний, так як в живій клітині вони взаємопов'язані.

Мікроорганізми можуть отримувати вуглець з неорганічних і органічних вуглецевмісних сполук, у зв'язку з чим їх ділять на дві великі групи: **автотрофи** і **гетеротрофи**. З обліком ще й джерела енергії – донорів-електронів їх поділяють **хемолітотрофи, фотолітотрофи, хемоорганотрофи, фотоорганотрофи**.

Автотрофи (хемолітотрофи, фотолітотрофи) отримують вуглець з діоксиду вуглецю (CO_2) повітря і створюють органічні речовини за допомогою енергії, що звільнилася в процесі окислення деяких мінеральних сполук (**хемосинтез**), або енергії сонця (**фотосинтез**). Енергія, яка утворилася в процесі окислювальних реакцій, використовується бактеріями для засвоєння вуглецю і створення органічної речовини.

Фотолітотрофи (ціанобактерії, пурпурові сіробактерії і інші мікроби) мають фотосинтезуючу здатність, так як містять пігменти (барвники). Пігменти фотолітотрофів за своїм складом близькі до хлорофілу зелених рослин. Фотобактерії, як і рослини, створюють органічні речовини, використовуючи вуглець з діоксиду вуглецю і енергію сонця.

Автотрофи можуть розвиватися тільки у мінеральних середовищах. Вони не здатні засвоювати складніші з'єднання вуглецю і тому не є патогенними для тварин.

Гетеротрофи (хемоорганотрофи) – мікроорганізми, котрі для харчування використовують вуглець з готових органічних сполук. Ця група найбільш

численна за своїм складом. Вона включає в себе як сапрофітів, так і паразитів. **Сапрофіти, або метатрофи**, харчуються мертвою тканиною тварин і рослин. **Паразити, або паратрофи**, використовують для харчування органічні з'єднання живих організмів і ведуть паразитичний спосіб життя. Це збудники інфекційних хвороб.

Фотоорганотрофи (не сіркові пурпурні бактерії) є факультативними анаеробами, які можуть розвиватися як на світлі, так і в темряві. Необхідну енергію вони отримують не тільки від сонця, але і в результаті окислення органічних речовин.

Зупинимось на основних хімічних елементах, необхідних мікробній клітці для нормального метаболізму.

Азот входить до складу життєво важливих компонентів мікробної клітини – білків і нуклеїнових кислот. Джерела азоту для мікробів різні, в зв'язку з чим деякі дослідники (Н. Д. Єрусалимський) ділять їх на групи: **аміноавтотрофи** і **аміногетеротрофи**. Перші з них синтезують білок з мінеральних або найпростіших сполук азоту, а також з повітря; другі використовують головним чином готові амінокислоти. Аміноавтотрофний тип харчування властивий більшості ґрунтових мікробів, аміногетеротрофний – патогенним і деяким сапрофітам. Встановити різку грань між автотрофами і гетеротрофами не завжди вдається. Деякі патогенні мікроби в зовнішньому середовищі ведуть сапрофітний спосіб життя, і навпаки, деякі сапрофіти в залежності від стану макроорганізму можуть викликати захворювання.

Мікробна клітина потребує мінеральних речовинах. Потреба в них невелика, але без деяких елементів неможливе зростання і розвиток організму.

Калій активізує ферментативні системи, прискорює ланцюг фізіологічних процесів, в зв'язку з чим його не можна замінити іншими елементами.

Магній входить до складу хлорофілу у зелених і пурпурних сіробактерій, активізує карбоксилазу, пептидази і інші ферменти. Магній в клітині знаходиться у вигляді іонів.

На **фосфор** доводиться майже половина всієї золи, він входить до складу нуклеїнових кислот, в живій клітині знаходиться в формі оксиду (оксиду) P_2O_5 , бере активну участь у процесах дихання (окислення).

Сірка – один з компонентів білків, що входять до складу амінокислот: цистину, цистеїну і метіоніну. Більшість мікроорганізмів засвоюють сірку з сірчаноокислих солей. Сіро- і тіонові бактерії використовують молекулярну сірку.

Залізо необхідно в малих кількостях. Воно входить до складу дихальних ферментів, прискорює процеси окислення. Залізо міститься в туберкульозної, кишкової та інших бактеріях.

Мікроелементи потрібні мікробній клітці ще в менших кількостях, але їх відсутність або недолік ведуть до порушення нормального росту і розвитку.

Молібден, бор, марганець, кобальт, мідь та інші мікроелементи є компонентами багатьох ферментів і вітамінів.

Фактори росту. Активатори біологічних процесів по своїй дії нагадують вітаміноподібні сполуки. Нікчемна кількість активаторів в середовищі змінює

обмін речовин, веде до збільшення маси мікробних клітин. Особливо велику потребу в них відчують ті мікроорганізми, які не здатні синтезувати вітаміни. Дріжджі, азотобактерії та інші мікроби не тільки забезпечують себе біологічно активними речовинами, а й виділяють їх в навколишнє середовище, створюючи тим самим сприятливі умови для розвитку інших організмів. Деякі мікроби виробляють відносно велику кількість чинників зростання. У зв'язку з цим, наприклад, пропіоновокислі бактерії застосовують в промисловості для отримання вітаміну В₁₂ і інших біологічно активних речовин.

2.3 Дихання мікроорганізмів

Живильні речовини, які приходять в мікробну клітину, перетворюються в ті або інші складові речовини цитоплазми, ядра, оболонки тощо. Для цих складних процесів необхідна певна кількість енергії, яке клітина повинна отримувати безперервно як і поживні речовини. Енергія необхідна також для процесів розмноження, руху, утворення спор, капсул і т. ін.

Необхідну енергію мікробні клітини отримують через окислювально-відновні реакції різних з'єднань, під час здійснення яких вивільняється енергія.

Процеси, які забезпечують енергетичні потреби мікроорганізмів, мають назву **дихальних**.

У 1861 році французький вчений Л. Пастер вперше звернув увагу на унікальну здатність деяких мікроорганізмів існувати без використання кисню повітря, в той час, як вищі організми – рослини і тварини – здатні існувати тільки в атмосфері, яка містить кисень.

За цією ознакою Л. Пастер розділив мікроорганізми за типом дихання на дві групи: **аероби і анаероби**.

Аероби – це мікроорганізми, які мають потребу в кисні для окислення органічних сполук. До них належать цвілеві гриби, деякі дріжджі, бактерії і водорості. Деякі аероби окислюють органічні речовини до кінцевих продуктів CO₂ і H₂O. Цей процес здійснюється за схемою:



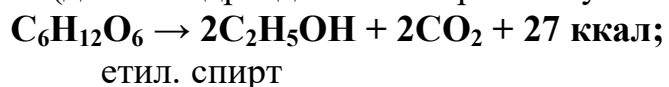
Якщо здійснюється неповне окислення органічних речовин, вивільняється менша кількість енергії. Наприклад, оцтовокислі бактерії окислюють етиловий спирт до оцтової кислоти і води:



Серед аеробів особливе місце займають **хемосинтезуючі автотрофні бактерії**, які здатні окисляти мінеральні речовини.

Анаероби – це мікроорганізми, які здатні до дихальних процесів без використання вільного кисню. Такі процеси мають назву **бродіння**. Прикладами отримання енергії за таким типом є спиртове, маслянокисле і молочнокисле бродіння.

- спиртове бродіння (дихання дріжджів в анаеробних умовах):

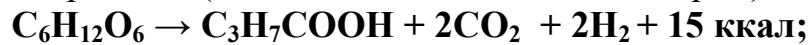


- молочнокисле бродіння (дихання молочнокислих бактерій):



молочн. к-та

- маслянокисле бродіння (дихання маслянокислих бактерій):



маслян. к-та

Анаеробні мікроорганізми умовно поділяють на дві групи. Ті з них, які не можуть використовувати кисень, отримали назву **облігатних або суворих анаеробів**. До них належать збудники маслянокислого бродіння, збудники правця, ботулізму і т. ін. Мікроорганізми, які можуть функціонувати як в аеробних, так і анаеробних умовах, отримали назву **факультативних анаеробів**. Це молочнокислі бактерії, кишкова паличка, протей, дріжджі тощо. Однак етапу аеробного розщеплення, незалежно від наявності кисню, передує етап анаеробного розщеплення. Аеробний розпад зазнають насамперед продукти попереднього анаеробного розпаду (наприклад, молочна кислота).

Факультативні анаероби в залежності від умов існування можуть змінювати анаеробний тип дихання на аеробний. Так дріжджі, при обмеженому вмісті кисню, розщеплюють глюкозу до етанолу і вуглекислого газу:



Як видно з наведених рівнянь, при анаеробному диханні звільняється значно менше енергії, ніж при аеробному. Тому при анаеробному диханні для того, щоб забезпечити потребу в необхідній кількості енергії, мікроорганізмам необхідно споживати більше цукрів, ніж при аеробному.

Велика частина енергії, що утворюється при диханні, звільняється в навколишнє середовище. Це викликає нагрівання продуктів, в яких розвиваються мікроорганізми. Саме так нагрівається вино, в якому відбувається спиртове бродіння; нагрівається вологе зерно, торф, сіно.

У природі існують мікроорганізми, які здатні вивільняти енергію у вигляді світла. Світіння морської води, прілого дерева, зіпсованих харчових продуктів (м'яса, риби) обумовлюються присутністю бактерій, які випромінюють світлову енергію.

2.4 Ріст і розмноження мікроорганізмів

Розмноження бактерій. Більшість мікроорганізмів розмножується шляхом простого (бінарного) поділу клітини навпіл (вегетативне розмноження), рідше – шляхом брунькування. Гриби розмножуються за допомогою спор, статевим шляхом і брунькуванням (дріжджі). Швидкість розмноження мікробних клітин залежить від виду мікроорганізму, віку культури, складу живильного середовища, температури, наявності або відсутності кисню повітря та інших факторів. Більшість клітин ділиться через 20-30 хв. Чим оптимальніше умови, тим швидше відбувається розподіл мікробної клітини. На швидкість ділення впливає температура. У патогенних мікробів, які адаптувалися до організму тварини або людини, розмноження

при 37-39 °С відбувається в кілька разів швидше, ніж при кімнатній температурі.

Кулясті форми мікробів діляться в різних площинах, в результаті чого утворюються поодинокі, парні клітини або розташовані у вигляді грон, туків тощо. Паличкоподібні клітини діляться поперек. Спочатку з'являється перетяжка, а потім відбувається роз'єднання утворених дочірніх клітин.

Гриби розмножуються в основному за допомогою спор, дріжджі – брунькуванням. Спори при попаданні в сприятливе середовище проростають і дають початок новій вегетативної клітці. На поверхні дріжджових клітин зазвичай з'являється випинання (нирка), в яке переходить частина цитоплазми і ядра, після його відділення утворюється дочірня клітина і т. ін.

Розподіл мікроорганізмів може бути ізоморфним і гетероморфним (коли одна з клітин більше другої). Разом з цитоплазмою в дочірні клітини переходить і нуклеотид, в якому знаходиться ДНК двоспіральної будови. Після розриву водневих зв'язків утворюються дві нитки ДНК, кожна з яких включається до складу нової клітини, де потім відбувається їх реплікація (подвоєння). Разом з нуклеїновою кислотою передаються і спадкові ознаки.

Розмноження мікроорганізмів відбувається хоча і швидко, але не безмежно. Однак же, як відомо, безмежного розмноження мікроорганізмів не відбувається. Є багато факторів, які порушують оптимальні умови росту і розвитку. До них відносяться: виснаження середовища, несприятлива температура, світло, продукти життєдіяльності тощо. Процес розмноження культури мікроорганізмів на незмінюваній середовищі протікає нерівномірно. У ньому визначають кілька стадій, або фаз. Одні автори період зростання культури ділять на 8 фаз, інші – на 4.

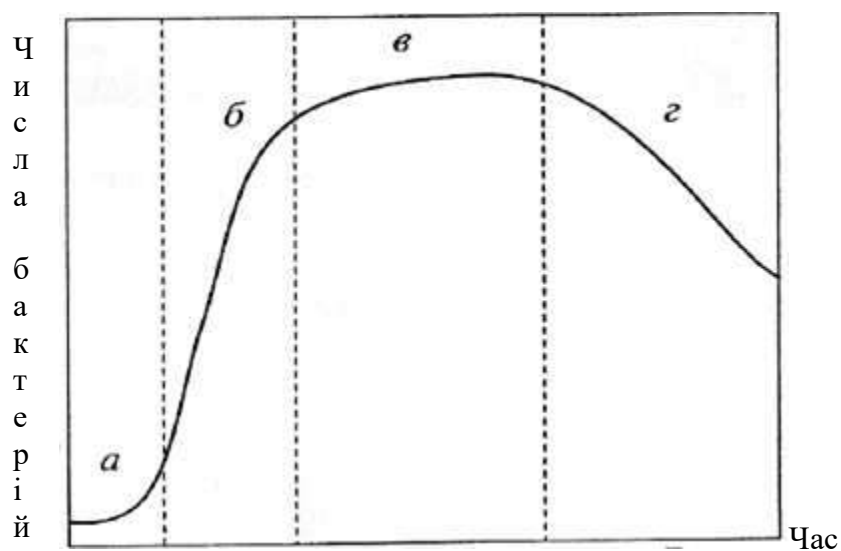


Рисунок 2.1 – Крива росту бактерій

а – лаг-фаза (від англійської *lag* – відставання, запізнювання); *б* – експоненціальна фаза, фаза росту; *в* – стаціонарна фаза; *г* – фаза відмирання

Тривалість окремих фаз розвитку може значно коливатися у різних бактерій і у бактерій одного виду в залежності від умов зростання.

Розмноження дріжджів. Найбільш характерним і широко поширеним у дріжджів вегетативним способом розмноження є брунькування, лише деякі дріжджі розмножуються поділом.

Процес брунькування полягає в тому, що на клітці з'являється бугорок (іноді їх декілька), який поступово збільшується. Цей горбок називають ниркою. У міру зростання нирки в місці з'єднання їх з материнською клітиною утворюють перетяжку, що відділяє молоду дочірню клітину, яка потім або відділяється від материнської клітини, або залишається при ній. При сприятливих умовах цей процес триває близько 2 ч.

Крім брунькування, багато дріжджів розмножуються за допомогою спор, які можуть утворюватися безстатевим і статевим шляхами.

2.5 Культивування мікроорганізмів

Культивування (вирощування) мікроорганізмів проводять на поживних середовищах. Природні середовища, такі, як молоко, пивне сусло, сінний відвар, морквяний сік тощо, можуть мати різне співвідношення складових. Штучні середовища готують за рецептами, де кількість і співвідношення речовин строго певні. Живильні середовища повинні містити все необхідне для росту і розвитку мікроорганізмів: азот, вуглець, неорганічні сполуки у вигляді солей, вітаміни, мікроелементи та інші речовини. Середовище вважається оптимальною, якщо вона має певні показники рН, окисно-відновного потенціалу, осмотичного тиску і т. ін.

За консистенцією розрізняють *щільні, напіврідкі і рідкі поживні середовища*. Для отримання щільних середовищ до рідких живильних середовищ (розчинів) додають 2-3 % агар-агару, 10-15 % желатину та інші речовини.

За складом живильні середовища можуть бути *простими і складними*. Прості середовища – МПБ (м'ясопептонний бульон), МПА (м'ясопептонний агар) найбільш поширені. Їх використовують для вирощування багатьох мікроорганізмів, а також для первинного виділення їх з різних субстратів. До складу складних середовищ входять додаткові компоненти: сироватка крові, цукру тощо. Складні середовища використовують для диференціальної діагностики.

Для вирощування певних видів мікроорганізмів застосовують *елективні (селективні, виборчі)* середовища, які були введені в практику мікробіологом С. Н. Виноградським при вивченні процесів нітрифікації. Такі середовища не містять органічних сполук і вибагливі для нітрифікуючих бактерій. Елективним середовищем для молочнокислих бактерій становить молоко, для азотобактера – магнітний агар і т. ін.

Температура культивування залежить від виду мікроорганізмів. Оптимальна температура для цвілевих грибів 15-25 °С, для більшості сапрофітів 25-30 °С, для патогенних – 35-37 °С. Температурний оптимум визначається умовами життя

мікроорганізму. У лабораторіях необхідну температуру для мікроорганізмів створюють в термостатах.

Характер росту мікроорганізмів. На щільних поживних середовищах мікроорганізми ростуть у вигляді колоній, що представляють собою популяцію мікробних клітин, між якими існує міцний зв'язок (когезія). Як вважають, когезія є закономірним процесом розвитку багатьох мікробних популяцій.

Колонії різних культур мікроорганізмів розрізняють за формою, розмірами, консистенцією, кольором та іншими ознаками. Крім того, спостерігають гладку і інші поверхні колоній.

Розміри колоній коливаються від одного до декількох міліметрів. Колонії утворюються також в результаті поступального руху клітин. Так, клітини вульгарного протей здатні переміщатися по похилій поверхні живильного середовища (проба по Шукевичу). Мікроорганізми з капсулою утворюють слизисті, в'язкі, напівпрозорі колонії. У бацил колонії матово-сірі і зазвичай непрозорі. На рідких поживних середовищах мікроорганізми утворюють каламут, осад, плівку, пристінкове кільце. Інколи середовище набуває кольору пігменту, утвореного мікроорганізмом.

Питання для самоконтролю:

1. Способи і швидкість розмноження бактерій, дріжджів, цвілевих грибів.
2. Спороутворення і біологічне значення спор у бактерій, дріжджів і цвілевих грибів. Як враховується це явище в харчовій промисловості та ресторанному господарстві?
3. Обмін речовин у мікроорганізмів. Швидкість обмінних процесів у мікроорганізмів, значення цього чинника в народному господарстві.
4. Роль ферментів в процесі обміну речовин у мікроорганізмів.
5. Можливості використання мікроорганізмів для виробництва ферментних препаратів.
6. Поняття про екзо- і ендoferменти. Які ферментні препарати мікробного походження використовуються в промисловості?
7. Хімічний склад мікроорганізмів. Значення основних структурних елементів і включень для життєдіяльності мікробної клітини.
8. Шляхи надходження поживних речовин в клітину. Пасивний і активний транспорт речовин в клітину.
9. У чому суть автотрофного живлення мікроорганізмів? Чим розрізняються фото- і хемосинтезуючі мікроорганізми.
10. Дихання мікроорганізмів. Його біологічне значення. Анаеробні і аеробні мікроорганізми.
11. Що є процесом спиртового бродіння? Хімізм процесу, основні збудники процесу спиртового бродіння і їх характеристика.
12. Оптимальні умови для протікання спиртового бродіння. Його практичне значення в харчовій промисловості. Роль процесу спиртового бродіння в псуванні харчових продуктів.

13. Що є процесом молочнокислого бродіння? Хімізм процесу. Основні збудники молочнокислого бродіння і їх характеристика.
14. Маслянокисле бродіння. Його хімізм, характеристика бродіння. Практичне значення.
15. Практичне значення аеробних процесів.
16. Гнильні мікроорганізми. Їх характеристика. Оптимальні умови розвитку гнильних мікроорганізмів. Практичне значення цих процесів.
17. Роль гнильних мікроорганізмів в природі і процесах псування харчових продуктів. Привести приклади найактивніших гнильних бактерій.

Тестові завдання:

1. Мікроорганізми, що здатні перетворювати вуглеводи на етиловий спирт і вуглекислий газ

- A. бактерії
- B. дріжджі
- C. віруси
- D. фаги

2. Клітинні структури, де здійснюється синтез білків

- A. мезосоми
- B. джгутики
- C. ядро
- D. рибосоми

3. “Енергетичні станції” бактеріальної клітини являють собою

- A. цитоплазма
- B. мезосоми
- C. рибосоми;
- D. вакуолі

4. Функція спор бактеріальних клітин

- A. накопичення поживних речовин
- B. розмноження
- C. захисна
- D. збереження генетичної інформації

5. Функція спор пліснявих грибів

- A. захисна
- B. розмноження
- C. накопичення їстівних речовин
- D. збереження генетичної інформації

РОЗДІЛ 3

ВПЛИВ ФАКТОРІВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА МІКРООРГАНІЗМИ

Основні питання

3.1 Фізичні фактори

3.1.1 Дія високих та низьких температур

3.1.2 Дія видимого випромінювання (світла)

3.1.3 Дія ультрафіолетового випромінювання

3.1.4 Дія рентгенівських променів і т. ін.

3.2 Хімічні фактори

3.3 Біологічні фактори

3.4 Зберігання харчових продуктів, яке засноване на біологічних, фізичних і хімічних принципах

3.1 Фізичні фактори

3.1.1 Дія високих та низьких температур

Температура – один з найбільш важливих факторів в житті мікроорганізмів. Вона може бути *оптимальною*, тобто найбільш сприятливою для розвитку, а також *максимальною*, коли пригнічуються життєві процеси, і *мінімальною*, що веде до уповільнення і припинення росту. Зони росту для різних груп мікроорганізмів коливаються в досить широкому діапазоні.

Псіхрофіли, кріофіли (холодолюбиві) – мікроорганізми, що розвиваються при низьких температурах (+ 15 – - 8 °С). Їх можна зустріти в північних морях, льодовиках, холодильних камерах та інших місцях. Серед них можуть бути збудники хвороб риб і водних рослин, мікроорганізми, які розкладають харчові продукти.

Мезофіли розвиваються при середніх температурах 20-40 °С. Температура 25-39 °С для них оптимальна. Мезофіли – збудники хвороб тварин і людини, бродіння, що викликають амоніфікацію і інші процеси.

Термофіли (теплолюбиві) розвиваються при більш високій температурі – 40-80 °С. Такі мікроорганізми зустрічаються в гарячих джерелах, в травному тракті тварин, в ґрунтах районів з жарким кліматом. При оптимальній вологості термофіли підвищують температуру органічних речовин, розкладають їх, в результаті чого накопичуються горючі гази – метан, водень, які можуть викликати

самозаймання рослинної маси. Різкі коливання температури ведуть до загибелі мікробів.

Дія на мікроорганізми високих температур. До високої температури особливо чутливі вегетативні форми. З підвищенням температури час життя скорочується. Подібна картина, але при більш високій температурі спостерігається і у спор. На мікроорганізми більш ефективно в порівнянні з сухим жаром діє насичена водяна пара. На якість стерилізації впливає також число клітин в 1 мл суспензії. Чим їх більше, тим вище повинна бути температура або більш тривала стерилізація.

При впливі на клітини сухого жару загибель відбувається в результаті активних окислювальних процесів. Відмирання мікроорганізмів при нагріванні у вологому середовищі настає внаслідок незворотних змін, що відбуваються в клітині. Головними з них є денатурація білків і нуклеїнових кислот, а також інактивація ферментів, що може призвести до пошкодження цитоплазматичної мембрани.

На стійкість мікробів до температури впливають середовище проживання, умови, при яких утворилися спори. Білки, жири захищають мікроорганізми від дії високої температури, а бактерицидні речовини, навпаки, посилюють цю дію. Швидше настає загибель в кислому середовищі і набагато повільніше – в нейтральному середовищі.

У харчовій промисловості застосовують два способи впливу високих температур на мікроорганізми: пастеризацію і стерилізацію.

Пастеризація – це нагрівання продукту при температурі 63-80 °С протягом 20-40 хв. Іноді пастеризацію проводять короткочасним (протягом декількох секунд) нагріванням до 90-100 °С. При пастеризації гинуть не всі мікроорганізми. Деякі термостійкі бактерії, а також спори багатьох бактерій залишаються живими. У зв'язку з цим пастеризовані продукти слід негайно охолоджувати до температури не вище 10 °С і зберігати на холоді, щоб затримати проростання спор і розвиток збережених клітин.

Стерилізація – це нагрівання при температурах, які протягом певного часу викликають загибель всіх вегетативних клітин мікроорганізмів і їх спор. Процес проводиться при температурах 112-125 °С протягом 20-60 хв. в спеціальних приладах – автоклавах (перегрітою парою під тиском) або при 160-180 °С протягом 1-2 год. в сушильних шафах (сухим гарячим повітрям).

Дія на мікроорганізми низьких температур. Низькі температури зазвичай не викликають загибелі мікроорганізмів, а лише затримують їх ріст і розмноження. Життєздатність багатьох мікроорганізмів зберігається при температурі, близькій до абсолютного нуля, а самі вони переходять в анабіотичний стан, тобто стан «прихованого життя», подібний до зимівлі тварин. При підвищенні температури вони знову повертаються до активного життя.

Ще більш стійкі до низьких температур віруси.

Звичайно, не всі мікроорганізми здатні довго зберігати свою життєздатність при температурах нижче мінімальної для їх розвитку. Багато з них в таких умовах більш-менш швидко гинуть. Однак відмирання відбувається значно повільніше,

ніж під впливом високих температур. Причиною загибелі клітин в субстратах при температурах вище їх кріоскопічної точки є головним чином порушення обміну речовин клітин. Інактивуються ферменти, в зв'язку з чим знижуються швидкості внутрішньоклітинних хімічних реакцій, при цьому окремі реакції придушуються не в однаковій мірі.

Веgetативні форми мікробів більш чутливі до дії низьких температур. Охолодження до $-10 - -20$ °С протягом 1-2 діб знижує чисельність кишкових паличок в суспензії на 90 %. Тому, можливо, температура -190 °С і нижче, коли заморожування відбувається без утворення кристалів, менш згубна для живого, ніж температура -20 °С і вище, при якій утворюються кристали льоду, що ведуть до механічних пошкоджень і незворотних змін в мікробній клітині.

При зберіганні охолоджених продуктів краще, ніж при заморожуванні, зберігаються їх натуральні властивості, однак зростання на них багатьох мікроорганізмів не виключається, а лише сповільнюється. Для подовження термінів зберігання продуктів застосовують додаткові заходи впливу на мікроорганізми, наприклад, опромінення ультрафіолетовим і гамма-випромінюваннями, озонування, підвищений вміст в атмосфері CO_2 , створення анаеробних умов тощо.

При зберіганні охолоджених продуктів велике значення має відносна вологість повітря. При її підвищенні мікроорганізми розвиваються швидше. Тому холодильні камери необхідно утримувати в чистоті, регулярно дезінфікувати і підтримувати в них необхідний температурно-вологий режим.

При заморожуванні продукту відмирає значна кількість мікроорганізмів, що знаходяться в ньому. При подальшому зберіганні замороженого продукту ті мікроорганізми, що вижили відмирають в ньому повільніше. Заморожування не створює стерилізуючої дії. Під час розморожування продуктів мікроорганізми знову розмножуються і викликають псування.

3.1.2 Дія видимого випромінювання (світла)

Світло являє собою електромагнітне випромінювання з довжиною хвилі 400-780 нм. Природним джерелом видимого випромінювання є сонце, зірки, атмосферні розряди, люмінецируючі об'єкти і т. ін. Енергія сонця необхідна зеленим і пурпуровим бактеріям, які за допомогою пігментів перетворюють світлову енергію в доступну біохімічну і використовують її для синтезу компонентів клітин. Деяким мікроорганізмам світлова енергія може приносити шкоду, викликаючи їх загибель. Бактерицидність видимого випромінювання залежить від довжини хвилі: чим вона коротше, тим в ній більше енергії, тому її дія на живі організми сильніше і навпаки.

Під дією видимого випромінювання (під прямими променями) гинуть багато мікробів, особливо патогенні (збудник туберкульозу – протягом 3-5 годин, вірус ящуру – протягом 2 годин). Такі випромінювання часто використовують для санації приміщення. Там, де більше сонця, там менше мікробів. Народна мудрість говорить: «Куди не заглядає сонце, туди часто приходять лікар». Опромінення

веде до посилення фотохімічних окислювальних процесів. Дія опромінення на мікроби збільшується в присутності кисню або окислюють речовин.

3.1.3 Дія ультрафіолетового випромінювання

Біологічне значення ультрафіолетового випромінювання має ділянка спектра 230-400 нм. Найбільшою активністю володіють короткі ультрафіолетові промені (254-265 нм), що поглинаються в основному нуклеїновими кислотами і білками. Вони викликають мутації, порушують генетичні процеси, інактивують біосинтез життєво важливих компонентів клітин, що призводить їх до загибелі.

Ефективність впливу УФ-променів на мікроорганізми залежить від дози опромінення. Крім того, має значення характер опромінюється субстрату: його рН, ступінь обсіменіння мікробами, температура.

Дуже малі дози опромінення діють навіть стимулююче на окремі функції мікроорганізмів. Більш високі, але які не призводять до загибелі дози, викликають гальмування окремих процесів обміну, змінюють властивості мікроорганізмів, аж до спадкових. Подальше збільшення дози призводить до загибелі.

Спори бактерій значно стійкіше до дії УФ-променів, ніж вегетативні клітини. Спори грибів витриваліші, ніж міцелій.

Випромінювані бактерицидними, ртутно-кварцовими лампами ультрафіолетові промені затримують зростання мікробів в повітрі боксів, операційних, на поверхні харчових продуктів тощо, там, де не можна застосовувати інші засоби стерилізації (температуру і т. ін.). У харчовій промисловості найбільш часто застосовують лампи ультрафіолетового випромінювання з довжиною хвилі 253,7 нм, що представляють собою газорозрядні ртутні світильники низького тиску. Розряд відбувається між електродами при подачі на них напруги.

3.1.4 Дія рентгенівських променів і т. ін.

При опроміненні мікроорганізмів дозою 0,5 Гр (Грей) (1 Гр = 100 рад * (радіан) посилюються ріст і утворення пігментів; доза 1 Гр діє менш сприятливо, а випромінювання дозою 3-5 Гр призводить до зупинки росту. До випромінювань більш чутливі молоді клітини, що знаходяться в стадії поділу або зростання.

Більш стійкі до випромінювання грам позитивні мікроби і менш стійкі грам негативні. Підвищена стійкість до випромінювань відзначена у клостридій ботулізму: вони гинуть тільки після впливу на них дозами 25-40 кГр, для досягнення стерильності в деяких випадках необхідне випромінювання 50 кГр. Стійкі до випромінювання віруси і рикетсії; їх стійкість приблизно така ж, як і у спор бацил. Чим менше розміри вірусних частинок, тим вище летальна доза. Деякі мікроби (збудник сибірської виразки, кишкова паличка тощо) набувають стійкості до випромінювань. Після декількох опромінь вона у них підвищується в два рази і більше. Зростання стійкості до випромінювань залежить також від середовища, в якій вирощувалися мікроорганізми.

Ультразвук – високочастотні (20 кГц і більше) механічні коливання пружного середовища, які не сприймаються вухом людини. Діючи на культуру мікроорганізмів, ультразвук створює велику різницю в тисках і пошкоджує клітину. Частина мікробів гине дуже швидко (негайно), інші піддаються сильному механічному струсу, в результаті чого порушуються фізіологічні процеси: розріджується і спінюється цитоплазма, збільшується її обсяг, розривається клітинна стінка, в зовнішнє середовище виходить вміст. На принципі кавітації (утворення в рідині пухирців, заповнених газом) засновано використання ультразвуку для витягання токсинів, ферментів, антигенів.

Ефективність дії ультразвуку знижується при утриманні в середовищі протеїну. Тому використання ультразвуку для стерилізації молока та інших продуктів не завжди дає бажані результати. Швидше піддаються руйнуванню паличкоподібні форми і більш повільно – кулясті. Чим менше об'єкт, тим вище його стійкість до дії ультразвуку.

Електричний струм, мабуть, не робить сильної дії безпосередньо на мікроби. Проходячи через середовище, струм високої напруги може викликати електроліз деяких компонентів і утворення з'єднань, які несприятливо впливають на мікроби. Електричний струм посилює бактерицидну дію дезінфікуючих речовин, особливо ртутних препаратів. В полі електричного струму відбувається дисоціація молекул на іони, що скорочує термін дії речовин і підвищує їх ефективність. Електроліз застосовують при дезінфекції води, обеззаражуванні стічних вод тощо. При цьому згубну дію на мікроби забезпечується не самою електрикою, а тими продуктами (кисень, хлор, кислоти), які утворюються у результаті його проходження через середовище.

Вплив магнітних полів на мікроорганізми. У мікроорганізмів, як і у інших живих істот, встановлений магнітотропізм. Рух деяких з них відбувається по магнітному меридіану: в північній півкулі на північ, в південній – до протилежного полюса. Ще більшою мірою магнітотропізм виражений у мікроскопічних грибів, які можуть рости по силових лініях магнітного поля. Таке явище пояснюється наявністю особливих продуктів біосинтезу, що містять низькомолекулярні білки-ферменти, в молекулах яких є атоми заліза з феромагнітними властивостями.

Мікроби реагують на будь-яку напругу геомагнітного поля, що призводить до зміни морфологічних, культуральних і біохімічних властивостей. Клітини збільшуються в розмірах, утворюють довгі нитки; на щільних поживних середовищах можуть рости дрібні безпігментні колонії (стафілококи, чудова паличка). Іноді змінюються обмін речовин, вірулентність, підвищується резистентність до антибіотиків і т. ін. Отже, магнітне поле можна розглядати як екологічний фактор, що визначає перебіг біологічних процесів, що сприяє появі і тимчасовому зникненню інфекційних та інших хвороб на Землі.

Гідростатичний тиск, що перевищує 108-110 МПа, викликає денатурацію білків, інактивацію ферментів, електролітичну дисоціацію, збільшує в'язкість багатьох рідин. Все це несприятливо позначається на життєдіяльності мікробів і нерідко призводить їх до загибелі. Серед мікроорганізмів є і такі (барофільні), які

живуть і розмножуються при більш високому тиску, наприклад глибоководні бактерії морів і океанів. Більшість же мікробів витримують тиск близько 65 МПа протягом 1 години.

Дія струсів часто викликає загибель бактерій (але не вірусів). Якщо помістити культуру бактерій в посудину зі скляними кульками і струшувати, то через деякий час відбувається механічне руйнування клітин. Бактерії руйнуються швидше, якщо їх попередньо заморозити. Подібне спостерігається в гірських і інших швидкоплинних річках, завдяки чому разом з дією променів сонця та інших факторів вони очищаються від мікробів.

Вплив невагомості. Як відомо, мікроорганізми, котрі запускаються в космос, переносять невагомість без особливих змін. Наприклад, культура (спори) мікроорганізму *Vac. subtilis* на однаковому середовищі і при такій же температурі на Землі розвивалася швидше (на 30 %), ніж на орбітальній станції «Салют-6». Вважають, що земне тяжіння забезпечує більший контакт клітин в колонії, покращує умови метаболізму, чого не спостерігається в космосі.

3.2 Хімічні фактори

Мікроби, як і все живе, чутливі до факторів середовища. Вони здатні реагувати на найменші зміни середовища переміщенням або іншими реакціями. При виникненні сприятливих імпульсів мікроби спрямовуються до об'єкту роздратування, несприятливі імпульси – відштовхують їх. Таке явище отримало назву *хемотаксиса*. **Речовини-атрактанти**, сприятливо діють на мікробну клітину (м'ясний екстракт, пептони), викликають позитивний хемотаксис; сильнодіючі, отруйні **речовини-репеленти** (кислоти, луги), що ведуть до надмірного збудження або пригнічення, призводять до негативного хемотаксису.

Мікроорганізми пристосувалися до певного середовища проживання. Одні (цвілеві гриби) – **ацидофільні організми** – живуть у кислому середовищі; інші (холерний вібріон) – **алкалофільних організми** – в лужному. Більшість же мікробів воліють середу, концентрація водневих іонів в якій робить її ближче до нейтральної (рН 6,5-7,5). Оптимальне середовище проживання в природних умовах мікроорганізми створюють собі самі.

Знання дії хімічних речовин на мікроби має практичне значення, так як багато з них використовуються для проведення оздоровчих заходів в господарствах. Найбільш широко поширені з дезінфікуючих речовин луги, кислоти, препарати, які містять хлор, феноли, солі важких металів.

Чим вище концентрація речовин, тим сильніша їх дія на мікробну клітину. Збільшення концентрації фенолу в 2 рази знижує час стерилізації в 64 рази. Найбільш виражену бактерицидну дію мають водні розчини дезінфікуючих речовин; в масляних розчинах вона більш слабка. Стерилізація швидше протікає в кислому середовищі і повільніше – в лужному. Більш стійкі до дії хімічних речовин з неспорутворюючих – кулясті форми. Паличкоподібні і звивасті форми мікробів при інших рівних умовах гинуть швидше.

Спори майже не містять вільної води, мають щільну подвійну оболонку, тому відрізняються більш високою стійкістю до дії хімічних речовин. Таким чином, дія хімічних речовин залежить від складу, концентрації, експозиції, температури і інших чинників.

3.3 Біологічні фактори

Мікроорганізми схильні не тільки до фізичних, хімічних, але і до біологічних впливів. У природі все пов'язане і взаємозалежно. Живі істоти об'єднані в стійкі екологічні системи – *біоценози*. Для кожного з них характерні видові і кількісні співвідношення популяцій, структура, взаємовідносини та інші ознаки. Серед різних ценозів (фітоценози, зооценози) велике місце в природних умовах займають *мікробоценози* – співтовариства мікроорганізмів. Між ними та іншими живими організмами існують найрізноманітніші взаємовідношення. Вони можуть виявлятися у формі симбіозу, коменсалізму, метабіозу, сателлізму, синергізму, антагонізму і т. ін.

Симбіоз – співжиття двох або більше видів мікроорганізмів між собою або з іншими істотами. Класичним прикладом симбіозу може служити співжиття *гриба і водорості* (ціанобактерії) в *лишайнику*, а також знаходження аеробів і анаеробів в одному замкнутому середовищі (в ізольованих пустотах, в ґрунті та інших місцях), коли після використання кисню аеробами створюються сприятливі умови для анаеробів, життя яких може протікати без атомарного кисню. Мікроби, що знаходяться в бульбах коренів, живуть в симбіозі з бобовими рослинами. Целюлозорозкладаючі бактерії в рубці жуйних можуть служити прикладом симбіозу мікроба і тварини.

Коменсалізм – не яскраво виражена форма співжиття мікробів з іншими організмами, при цьому один організм використовує їжу або виділення іншого, не завдаючи йому шкоди. Коменсали – представники нормальної мікрофлори тварин, що мешкає в шлунково-кишковому тракті, дихальних шляхах, на шкірі, а також епіфітні мікроби рослин.

Метабіоз – форма взаємовідносин, при якій один з мікробів використовує продукти життєдіяльності іншого і тим самим створює сприятливі умови для його розвитку (співжиття аммоніфікаторів і нитріфікаторів, целюлозорозкладаючих і азотфіксуючих бактерій). Нитріфікатори окислюють продукти життєдіяльності гнильних бактерій до аміаку, а азотобактер використовує органічні кислоти, які накопичуються при розкладанні клітковини.

Сателлізм – стимуляція зростання одного мікроорганізму продуктами життєдіяльності іншого, який потім стає його супутником. Виділені азотобактером вітаміни та інші біологічно активні речовини стимулюють розвиток мікробів, що перетворюють органічні форми фосфору в неорганічні, що, свою чергу, сприятливо позначається на розвитку вищих рослин. Таку ж дію надають дріжджі – продукти вітамінів групи В – на інші мікроби.

Синергізм – однакові фізіологічні процеси різних особин мікробної асоціації, в результаті чого відбувається збільшення кінцевих продуктів

(збільшення гетероауксину – стимулятора росту рослин при спільному культивуванні азотобактера і грибоподібної бацили).

Антагонізм – вороже взаємовідношення, коли продукти життєдіяльності одного мікроорганізму згубно діють на такі іншого. Гнильні мікроби не можуть жити в одному середовищі з молочнокислими, так як утворена молочна кислота знижує рН і пригнічує ріст алкалофільних організмів. Цей принцип використовується в сільському господарстві: на ньому засновані процеси силосування, квашення, приготування та збереження кисломолочних продуктів. Антагонізм між мікробами широко поширений у природі. У боротьбі зі збудниками різних хвороб його використовує людина. Застосовані антибіотичні речовини мають специфічну дію. Цим вони відрізняються від інших продуктів життєдіяльності мікробів.

Паразитизм – це таке відношення між мікробами, коли користь від співжиття отримує лише паразит, завдаючи шкоди хазяїну, що зазвичай призводить до загибелі останнього.

3.4 Зберігання харчових продуктів, засноване на біологічних, фізичних і хімічних принципах

Застосовані на практиці та розроблені нові прийоми зберігання продуктів з використанням запропонованої Я.Я. Никитинським схеми можна поділити на чотири групи:

1. **Біоз** (bios – життя). На цьому явищі засновано зберігання свіжих фруктів і овочів. У приміщеннях, де розміщуються такі продукти, створюють умови, що перешкоджають розвитку мікробів, шляхом зниження температури до 5 °С і підтримки певної вологості. Мікроби, розташовані на поверхні, уповільнюють свій розвиток і тим самим запобігають розкладанню ними органічної речовини.

2. **Абіоз** (abiosis – заперечення, знищення життя) досягається фізичними і хімічними способами. Цей принцип покладено в основу зберігання м'ясних і овочевих консервів після обробки їх в паровому стерилізаторі при 120 °С і вище. При високій температурі гинуть вегетативні і спорові форми мікробів, припиняється життя і супутні їй процеси, завдяки чому вміст консервних банок може зберігатися тривалий час. Знищити мікроби можна і хімічними речовинами, нешкідливими для організму людини; опроміненням різними формами променевої енергії; застосуванням антибіотиків; обробкою ультразвуком тощо.

3. **Анабіоз** (anabiosis – затримка життя) спрямований на призупинення життєдіяльності мікроорганізмів в продуктах. При цьому створюються такі умови, при яких мікроби можуть зберігатися живими, але не життєдіяльними. Анабіоз спостерігається під час сушіння або заморожування, в'ялення, додавання солі або цукру, маринування, зберіганні продуктів в газонепроникливому пакувальному матеріалі, у вакуумній упаковці, в атмосфері азоту. Так зберігають рибні і м'ясні продукти, фрукти і овочі. При нестачі вільної води життєдіяльність мікробів припиняється, процеси, що викликаються ними, затримуються. Збільшення вологи і тепла веде до відновлення життєдіяльності мікробів,

розкладанню органічної речовини, збільшенню псування продуктів. Тому при відсутності анабіотичних умов такі продукти слід негайно реалізувати.

4. **Ценоанбіоз** спрямований на використання антагоністичних взаємовідносин між мікроорганізмами, що входять до складу мікрофлори продукту. При цьому викликають розвиток мікроорганізмів, які в процесі своєї життєдіяльності хоча і змінюють властивості продукту, але не тільки не псують, а навіть покращують його харчові та смакові властивості. У той же час продукти життєдіяльності цих мікроорганізмів пригнічують розвиток бактерій – збудників псування. Це спосіб зберігання головним чином рослинної їжі, при якому консервуючу речовину (молочну кислоту) виробляють самі мікроорганізми при силосуванні, квашенні і інших способах приготування кормів і овочів.

Питання для самоконтролю:

1. Вплив температури середовища на розвиток мікроорганізмів. Дати визначення мікроорганізмам: психофільним, мезофільним і термофільним. Назвіть мінімальні, оптимальні і максимальні температури їх розвитку. Практичне значення і використання цього чинника.
2. Термостійкість клітин бактерій і їх спор, клітин дріжджів, міцелію і спор мікроскопічних грибів. Відмінні особливості процесів стерилізації і пастеризації. Практичне використання цих процесів. Механізм дії цих процесів на мікроорганізми.
3. Що таке стерилізація? Які агенти можуть викликати загибель мікроорганізмів? Які вимоги пред'являють до агентів, що викликають загибель мікроорганізмів?
4. Антисептики: поняття, приклади, можливості використання для запобігання харчових продуктів від мікробного псування.
5. Порівняльна холодостійкість мікроорганізмів. Використання впливу низьких позитивних і негативних температур на мікроорганізми при обробці, зберіганні і реалізації харчових продуктів. На чому засновано вплив цих чинників на мікроорганізми?
6. Вплив вологості середовища на розвиток і біохімічну активність мікроорганізмів. Використання цього чинника для подовження термінів зберігання харчових продуктів. Значення відносної вологості повітря для розвитку мікроорганізмів в сухих продуктах. На чому заснована дія на мікроорганізми чинника зневоження?
7. Порівняльна чутливість до реакції середовища (рН) бактерій, дріжджів і мікроскопічних грибів. Використання даного чинника в практиці зберігання і переробки харчових продуктів.
8. Вплив на мікроорганізми ультрафіолетового проміння, радіоактивних випромінювань, нагрівів в полі ВЧ і НВЧ. На чому заснована згубна дія вказаних форм променевої енергії на мікроорганізми? Використання цих чинників на практиці.

9. Взаємостосунки, що виникають між мікроорганізмами в середовищі (симбіоз, метабіоз, антагонізм, паразитизм). Привести приклади.
10. Що таке антибіотики і фітонциди? Їх властивості і можливість практичного використання для подовження термінів зберігання харчових продуктів?
11. Використання чинників зовнішнього середовища для регулювання мікробіологічних процесів, що протікають при переробці харчової сировини і зберіганні харчових продуктів.
12. Методи зберігання харчових продуктів, засновані на припиненні життєдіяльності мікроорганізмів (принцип абіозу).
13. Методи зберігання харчових продуктів, засновані на зміні складу їх мікрофлори за допомогою різних дій (принцип ценоанабіозу).
14. Методи зберігання харчових продуктів від мікробного псування, засновані на пригніченні життєдіяльності мікроорганізмів (принцип анабіозу).

Тестові завдання:

1. Фізичні чинники зовнішнього середовища

- A. температура
- B. отруйні речовини
- C. випромінювання
- D. антибіотики

2. Хімічні чинники зовнішнього середовища

- A. солі важких металів
- B. промені Рентгена
- C. лужне середовище
- D. вологість

3. Біологічні чинники зовнішнього середовища

- A. кисле середовище
- B. антибіотики
- C. фітонциди
- D. пероксид водню

4. Повне знищення всіх форм існування мікроорганізмів являє собою

- A. пастеризацію
- B. стерилізацію
- C. кип'ятіння
- D. обробка хлором

5. Мікроорганізми, які мають найбільшу тривалість до висушування

- A. бактерії
- B. плісняві гриби
- C. дріжджі
- D. віруси

РОЗДІЛ 4

МІКРОФЛОРА ТІЛА ЛЮДИНИ, ВОДИ, ПОВІТРЯ ПІДПРИЄМСТВ РЕСТОРАННОГО ГОСПОДАРСТВА ТА САНІТАРНІ ВИМОГИ ДО НИХ

Основні питання

4.1 Мікрофлора тіла людини

4.1.1 Мікрофлора шкіри

4.1.2 Мікрофлора ротової порожнини, горла і дихальних шляхів

4.1.3 Мікрофлора шлунково-кишкового тракту

4.2 Мікрофлора води та санітарні вимоги до неї

4.3 Мікрофлора повітря. Санітарно-гігієнічні вимоги до повітря закритих приміщень

4.1 Мікрофлора тіла людини

4.1.1 Мікрофлора шкіри

Поверхня шкіри людини найчастіше заселяють мікрококи, сарцини, коринебактерії, стафілококи. На шкірі однієї людини міститься близько 1 млрд. мікробних клітин. Харчуються вони виділеннями жирових і потових залоз, відмерлими клітинами і продуктами їх розпаду. Мікроорганізми міцно закріплюються в потових, сальних залозах, волосяних фолікулах і навіть старанною мийкою їх не можна видалити. Найчастіше інфікуються відкриті ділянки тіла, головним чином руки. Оцінка чистоти рук приведена у таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 – Оцінка чистоти рук за загальною кількістю МАФАМ

Оцінка чистоти	Кількість мікроорганізмів в 1 см ³ змиву з рук (МАФАМ*, КУО**)
Відмінно	До 1000
Добре	1001-5000
Задовільно	5001-10000
Незадовільно	10001 і більше

* – мезофільно-аеробні та факультативно-анаеробні мікроорганізми;

** – колонеутримуючі одиниці.

На поверхні шкіри рук зустрічаються кишкова паличка, спори бактерій, стафілококи, стрептококи, дріжджі, цвілеві гриби. При роботі з ґрунтом можуть

потрапити збудники правця, ботулізму, газової гангренни тощо. Порушення санітарно-гігієнічного режиму, нормальних умов роботи і побуту часто є причиною гнійничкових, грибкових та інших уражень шкірних покривів людського тіла.

4.1.2 Мікрофлора ротової порожнини, горла і дихальних шляхів

Надзвичайно різноманітна мікрофлора порожнини рота. Сприятлива температура, лужна реакція слини, залишки їжі обумовлюють бурхливий розвиток мікроорганізмів. Живильним середовищем є слина, в якій містяться білки, вуглеводи, амінокислоти, неорганічні речовини. Більшість видів мікроорганізмів порожнини рота – аероби і факультативні анаероби. Практично у кожній людини в ротовій порожнині зустрічаються мікрококи, стрептококи, стафілококи, спорові і не спорові палички, вібріони, спірохети, актиноміцети тощо. Особливо багато мікробів містять зубний наліт пошкоджених карієсом зубів і мигдалини.

У хворих людей і бактеріоносіїв в ротовій порожнині можуть зустрічатися гемолітичні стрептококи, дифтерійні палички, менінгококи, туберкульозна паличка тощо.

Органи дихання людини не мають постійну мікрофлору. Склад її повністю залежить від мікрофлори навколишнього повітря. Людина з повітрям вдихає велику кількість пилу і адсорбованих на ній мікроорганізмів. Більшість їх затримується в порожнині носа і тільки незначна частина проникає в бронхи. Альвеоли легенів і кінцеві бронхіоли – стерильні.

При ослабленні захисних сил організму в результаті охолодження, нестачі вітамінів, їжі, травм постійні мікроби дихальних шляхів можуть викликати різні хвороби (ГРВІ, ангіни, пневмонію, бронхіти тощо).

У порожнині носа завжди присутні мікрококи, стафілококи, стрептококи, диплококи, дифтероїди, капсульні грамнегативні бактерії, зустрічаються мікоплазми та аденовіруси. Хоча слизова оболонка і продукує муцин і лізоцим, які мають бактерицидні властивості, але в порожнині носа є відносно постійна флора (мікрококи, пневмококи, диплококи тощо). В 1 мг слизу з носа міститься близько 1800 мікробів.

Більшість мікроорганізмів затримуються в порожнині носа, невелика їх кількість проникає у верхні дихальні шляхи. Бронхіоли і альвеоли не містять мікроорганізмів і практично стерильні. На носовій оболонці верхніх дихальних шляхів (носоглотка, зів) мікрофлора бідніша, тому що осівши, мікроорганізми гинуть під дією речовин слизу (муцину і лізоциму).

4.1.3 Мікрофлора шлунково-кишкового тракту

У стравоході міститься мало мікроорганізмів. Сюди вони потрапляють з ротової порожнини з їжею. У стравоході тривалий час затримуються стафілококи, палички дифтерії, деякі молочнокислі бактерії і дріжджі.

У шлунку в нормі флора відсутня. Шлунковий сік – бактерицидний. Це бар'єр для проникнення в кишечник патогенних і умовно патогенних бактерій. Але кислотність шлунка не завжди постійна і залежить від їжі, кількості випитої води. Тому патогенні мікроби (дизентерії, черевного тифу) спочатку потрапляють в шлунок, а потім в кишечник.

У шлунок мікроорганізми надходять з їжею. Кількість їх не перевищує 10^3 - 10^4 мікробних тіл в 1 см^3 шлункового вмісту. Тут зустрічаються сарцини, дріжджі, спороносні палички. Розмноження мікроорганізмів неможливо в зв'язку з кислою реакцією шлунка. При порушенні нормальної роботи шлунка кислотність соку змінюється, що може бути причиною розмноження в ньому сінної палички, молочнокислих, дизентерійних, паратифозних і інших патогенних бактерій, дріжджів.

Дванадцятипала кишка в нормі стерильна. Іноді визначаються гриби і *Streptococcus faecalis*. У тонкому відділі кишечника мікроорганізмів трохи. Можуть знаходитися ентерококи, молочнокислі бактерії, клостридії, іноді – сарцини і гриби.

У товстому кишечнику і прямій кишці мікроорганізмів дуже багато (10^{12} клітин в 1 г калових мас). За добу доросла людина виділяє з екскрементами близько 17 трильйонів мікроорганізмів.

У складі мікрофлори кишечника виявлено більш 260 видів мікроорганізмів. Основну масу складають анаеробні біфідобактерії і бактероїди (анаероби, які не утворюють спор). Факультативно-анаеробна мікрофлора представлена кишковою паличкою, лактобацилами і ентерококами. Постійно визначаються в незначних кількостях протей, стафілококи, клостридії, дріжджі, ентеровіруси.

У новонароджених травний тракт стерильний. Через деякий час він заселяється мікрофлорою, що надходить головним чином під час годування молоком. Далі в кишечнику встановлюється специфічна мікрофлора в якій переважають біфідобактерії. З припиненням годування дітей молоком ці бактерії зникають, а мікрофлора кишечника повністю змінюється.

4.2 Мікрофлора води та санітарні вимоги до неї

У морях, річках, озерах та інших водоймах, а також у ґрунтових водах міститься значна кількість видів мікроорганізмів. Сукупність усіх мікроорганізмів, що заселяють водойми, позначають терміном «мікробіальний планктон».

Вивченням водних угруповань займається *гідробіологія*. Вода – природне середовище проживання мікробів, основна маса яких надходить з ґрунту, повітря з осідаючим пилом, з відходами, стоками промислових і тваринницьких об'єктів і т. ін. Особливо багато мікроорганізмів у відкритих водоймах і річках, нерідко зустрічаються вони в мулистих відкладеннях океанів, морів, боліт, мінеральних водах. Їх знаходять як в поверхневих шарах, так і на глибині до 10 тис. метрів. Живуть мікроорганізми і в гарячих джерелах. Характер мікрофлори водойм визначається особливостями конкретного водного середовища. Мікрофлору

водойм утворюють дві групи: *аутохтонні* (власне водні) і *алохтонні* (потрапляють ззовні при забрудненні) мікроорганізми.

Аутохтонна мікрофлора – сукупність мікроорганізмів, що постійно живуть і розмножуються у воді. Мікробний склад води нагадує мікрофлору ґрунту, з якою вода стикається (придонний і прибережний ґрунт).

Алохтонна мікрофлора – сукупність мікроорганізмів, які випадково потрапили у воду і зберігаються в ній порівняно короткий час.

Якісний склад мешкаючих у воді мікроорганізмів залежить в основному від властивостей самої води, надходження в неї стічних і промислових відходів. До постійно живучих у воді мікроорганізмів відносяться *Azotobacter*, *Nitrobacter*, *Micrococcus*, *Pseudomonas*, *Proteus*, *Spirillum* і т. ін.

У морських і океанічних водоймах помірної зони бактерії є основним джерелом харчування мікрозоопланктону. У забруднених водоймах можуть існувати мікроби-антагоністи, фаги, які сприяють біологічному очищенню води, а також патогенні бактерії – збудники лептоспірозу, сальмонельозу, туляремії, бруцельозу, дизентерії, холери та інших захворювань.

Найменше мікроорганізмів (10 клітин в 1 мл) містять підземні води (артезіанська і джерельна). Незначна кількість їх виявлено в дощовій і сніжній воді. Вміст мікроорганізмів у річковій воді значно більш вища: на глибині від 10 до 100 см налічується від 60 тис. до 10 млн. клітин в 1 см³ води. Такий же численний світ мікроорганізмів у водах озер.

У прісноводних водоймах інтенсивно розвиваються ціанобактерії роду *Spirulina*, *Anabaean*, *Synechocystis* і т. ін. Масовий їх розвиток в природних умовах викликає біологічне забруднення води, яке згубно впливає на екосистему водойм: змінюються колір, рН, в'язкість води, запах і прозорість, з'являються токсини і алергени. За рахунок інтенсивного росту ціанобактерій, біомаса яких в місцях "цвітіння" досягає 40-50 кг/м³, у воді значно зменшується вміст кисню. Це веде до загибелі риби та інших гідробіонтів.

У прісноводних водоймах, крім бактерій, виявлені водорості, дріжджі, цвілеві гриби, найпростіші.

У солоній воді морів, озер, океанів, мінеральних джерел живуть солелюбиві мікроорганізми (галобактерії, галококки). З прибережної зони морів систематично висівають галофільні вібріони, які викликають у людей гострий гастроентерит, що виникає при вживанні малосоленої риби, недостатньо термічно оброблених креветок і мідій.

У водоймах можуть перебувати і певний час зберігати життєдіяльність патогенні мікроорганізми.

Кількісні співвідношення мікроорганізмів у відкритих водоймах варіюють в широких межах, що залежить від типу водойми, ступеня його забруднення, зміни метеорологічних умов, пори року.

Ступінь обсіменіння води мікроорганізмами називають **сапробністю** – сукупністю живих організмів, які живуть у водах і містять значну кількість тваринних або рослинних залишків. Виділяють 4 зони сапробності: полісапробна, мезосапробна, олігосапробна і катосапробна.

Полісапробна зона містить до декількох мільйонів мікробів в 1 см^3 води і велику кількість легкозасвоюваних органічних сполук. Вода в цій зоні дуже забруднена. Мікробіологічні процеси відбуваються майже в анаеробних умовах і супроводжуються виділенням метану, меркаптанів, аміаку, сірководню. Вода в цій зоні містить багато кишкової палички і анаеробних бактерій, які зумовлюють процеси гниття і бродіння.

У **мезосапробній зоні** менший вміст органічних речовин. Це зона помірного забруднення. У ній відбуваються процеси мінералізації, а також окислення і нітрифікації. Загальна чисельність мікроорганізмів в 1 см^3 води цієї зони не перевищує 1 млн. клітин.

Олігосапробна зона характерна для чистої води. У цій зоні відсутня кишкова паличка і знижено загальну кількість мікроорганізмів до декількох десятків або сотень мікробних клітин в 1 см^3 води. У воді олігосапробної зони відбуваються процеси окислення нітритів і заліза.

Катасапробна зона – це зона дуже чистої води (особливо в осінньо-зимовий період), розташована далеко від населених пунктів і берегів.

Ступінь забруднення, в тому числі хвороботворними мікробами, може бути перешкодою для використання води. Тому будь-яке водне джерело необхідно піддавати санітарно-мікробіологічній оцінці.

Для оцінки санітарно-гігієнічного стану водойм застосовують ряд показників, зокрема:

- **мікробне число** – кількість колоній (МАФAM), які виростають на чашці Петрі з м'ясо-пептонним агаром з 1 см^3 води при температурі $27 \text{ }^\circ\text{C}$ протягом 24 годин;

- **коли-титр** – найменший об'єм води в см^3 , в якому виявляється кишкова паличка;

- **коли-індекс** – кількість клітин кишкової палички в 1 дм^3 води.

Питна вода, яка подається централізовано господарсько-питними системами водопостачання та використовується для мийних, технічних, господарських і комунальних потреб повинна відповідати вимогам стандарту. За бактеріологічними показниками у воді, яка подає в водопровідну мережу загальна кількість мікроорганізмів (МАФAM) в 1 см^3 нерозбавленою води не повинно перевищувати 100 клітин, коли-титр повинен бути не менше 300, коли-індекс – не більше 3. Для води з колодязів мікробне число становить 300-400 клітин в 1 см^3 , коли-титр не менше 100.

В окремих випадках при санітарній оцінці води як санітарно-показовий мікроорганізм разом з бактеріями групи кишкових паличок використовують ентерокок. У Міжнародному Європейському стандарті на питну воду ентерокок є додатковим показником фекального забруднення води.

З метою поліпшення якості питної води за бактеріологічними показниками проводять її знезараження. На сьогодні найбільш поширеними методами є хлорування, озонування та опромінення ультрафіолетовими променями.

4.3 Мікрофлора повітря. Санітарно-гігієнічні вимоги до повітря закритих приміщень

Потрапляють мікроорганізми в повітря з пилом, дрібними крапельками води, а також слини і слизу, які виділяє людина при розмові, чханні, кашлі. Джерелами надходження мікроорганізмів в повітря є також ґрунт, водойми, рослини, тіла людини і тварин. Повітря – несприятливе середовище для розмноження мікроорганізмів. Відсутність живильних речовин, сонячні промені, і висушування обумовлюють швидку загибель мікроорганізмів. Внаслідок цього в атмосферному повітрі постійно відбуваються процеси самоочищення.

Склад мікрофлори повітря дуже різноманітний – це пігментні сапрофітні бактерії (мікрококи, сарцини), актиноміцети, цвілеві, дріжджові гриби тощо.

Найбільше мікроорганізми в повітрі виявлено над великими промисловими містами, менше – над сільською місцевістю. Чим більше забруднене повітря димом, кіптявою, пилом, тим більше в ньому мікроорганізмів.

З віддаленням від населених пунктів кількість мікроорганізмів зменшується. Вітри сприяють збагаченню повітря мікроорганізмами, а опади, навпаки, значно очищають від них повітря.

Загальна чисельність мікроорганізмів в повітрі коливається в широкому діапазоні – від декількох до багатьох десятків тисяч клітин в 1 м³.

Численні аналізи зразків атмосферного повітря дозволили ідентифікувати в ньому до 1200 різних видів мікроорганізмів. Переважно зустрічаються нешкідливі бактерії; сарцини, спорові бактерії роду *Bacillus*, пігментовані сапрофітні бактерії роду *Micrococcus*, а також дріжджі, актиноміцети, цвілеві гриби, тобто мікроорганізми, стійкі до дії світла і висихання.

Мікроорганізми в повітрі знаходяться в стані *аерозолю*.

Аерозоль – колоїдна система, що складається з повітря, крапельок рідини або твердих частинок, і включає різні мікроорганізми. Розмір аерозольних часток варіюється від 10 до 2000 нм.

У повітрі можуть перебувати патогенні види мікроорганізмів: стафілококи, мікобактерії туберкульозу, бактерії туляремії, сальмонели, збудники дифтерії, сибірки, стрептококових, менінгококової і вірусних інфекцій, які потрапляють в нього з крапельками слизу і мокротиння від хворих людей.

Рівень мікробного забруднення залежить від щільності населення, активності руху людей, санітарного стану приміщення, вентиляції, частоти провітрювання, способу збирання, ступеня освітленості і т. ін.

Мікроорганізмів, які б постійно жили в повітрі, не існує.

Повітря є джерелом зараження мікроорганізмами сировини, продовольчих та непродовольчих товарів, обладнання, виробничих культур і інших об'єктів. У зв'язку з цим чистота повітря є важливою умовою для виробництва продукції високої якості.

Показниками санітарно-гігієнічного стану повітря закритих приміщень є **мікробне число** – загальна кількість мікроорганізмів (МАФAM) в 1 м³, число санітарно показових бактерій: гемолітичних стафілококів і стрептококів в 1 м³. Вимоги до якості повітря не вентильованих приміщень наведені в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Оцінка якості повітря не вентильованих приміщень за загальною кількістю МАФAM

Повітря	Кількість мікроорганізмів в 1 м ³ (МАФAM, КУО)	
	Літній режим	Зимовий режим
Чисте	1500	4500
Забруднене	2500	7000

Повітря вважається чистим у населених приміщеннях, якщо кількість мікроорганізмів в 1 м³ не перевищує 1500, в тому числі стрептококів не більше ніж 10.

У повітрі виробничих цехів харчових підприємств в 1 м³ має бути не більше 100-500 мікроорганізмів в залежності від характеру виробництва. Так, для підприємств молочної промисловості повітря цехів оцінюють "добре", якщо в посівах після 5-хвилинного осідання на м'ясо-пептонний агар в чашці Петрі виростає до 50 колоній бактерій і до 5 колоній дріжджів і пліснявих грибів.

Повітря холодильних камер досліджують на забруднення спорами і пліснявими грибами. Відповідно до санітарних вимог повітря холодильних камер оцінюють "добре", якщо загальна кількість спор цвілевих грибів, які осіли на чашку Петрі з живильним середовищем за 5 хв. не більше 10, "задовільно" – не більш ніж 50 і "погано" – більше 50.

Для таких приміщень, як операційні, пологові будинки, дитячі установи мікробне забруднення повітря має бути обмеженим. Загальна кількість мікроорганізмів в операційному відділенні перед початком операції не повинно перевищувати 500 в 1 м³ повітря, а після операції – 1000, патогенні ж стафілококи і стрептококи не повинні опинитися в обсязі 250 дм³ (л) повітря.

Для зниження кількості мікроорганізмів повітря обробляють ультрафіолетовими променями, які надають сильну бактерицидну дію. Цей метод широко використовується для стерилізації повітря в лікарнях, на заводах і в лабораторіях. Летальну дію на мікроорганізми повітря виявляють формалін, окис етилену, двоокис азоту, молочна кислота у вигляді аерозолу, пропіленгліколь і триетиленгліколь. Їх використовують для стерилізації повітря дуже забруднених приміщень, обладнання в мікробіологічній промисловості, космічних апаратів тощо.

Питання для самоконтролю:

1. Мікробіологічні показники ступеню чистоти повітря, води, ґрунту і санітарного стану харчових підприємств, підприємств ресторанного господарства та особистої гігієни персоналу.
2. Поняття про санітарно-показникові мікроорганізми. Їх значення при санітарно-гігієнічній оцінці харчових продуктів і контактуючих з ними об'єктів. Які мікроорганізми в даний час використовуються як санітарно-показникові?
3. Значення санітарно-мікробіологічних досліджень води, повітря, виробничих приміщень в профілактиці інфікування харчових продуктів збудниками псування харчових продуктів і виникненні харчових захворювань.
4. Мікрофлора тіла людини: мікрофлора шкіри.
5. Мікрофлора тіла людини: мікрофлора ротової порожнини, горла і дихальних шляхів.
6. Мікрофлора тіла людини: мікрофлора шлунково-кишкового тракту.
7. Мікрофлора повітря та її походження. Значення в інфікування харчових продуктів.
8. Мікрофлора повітря приміщень, її роль при виготовленні і зберіганні харчових продуктів.
9. Санітарно-гігієнічні-вимоги, що пред'являються до повітря.
10. Мікрофлора ґрунту. Значення ґрунту в інфікуванні харчових продуктів.
11. Мікрофлора води. Вимоги, що пред'являються до питної води, яку використовують в харчовій промисловості і в підприємствах ресторанного господарства.
12. Бактеріологічні показники якості води, встановлені стандартом.
13. Що таке стічні води? Методи очищення стічних вод і питної води.

Тестові завдання:

1. **Природне середовище, яке найбільш сприятливе до існування мікроорганізмів**
 - A. ґрунт
 - B. повітря
 - C. вода
 - D. пил
2. **Вода, яка відповідає санітарним вимогам**
 - A. коли колі-індекс дорівнює 100
 - B. коли колі-індекс дорівнює 3
 - C. коли колі-індекс дорівнює 1000
 - D. коли колі-індекс дорівнює 10

3. Вода, яка відповідає санітарним вимогам

- A. коли мікробне число дорівнює 100
- B. коли мікробне число дорівнює 3
- C. коли мікробне число дорівнює 1000
- D. коли мікробне число дорівнює 10

4. Наявність яких мікроорганізмів у воді свідчить про її незадовільний санітарний стан

- A. пліснявих грибів
- B. кишкових паличок
- C. маслянокислих бактерій
- D. стрептококів

5. Об'єкти, над якими повітря містить меншу кількість мікроорганізмів

- A. над промисловими містами
- B. над розораною землею
- C. над лісними масивами
- D. над водними масивами

РОЗДІЛ 5

ПОНЯТТЯ ІНФЕКЦІЇ ТА ІМУНІТЕТУ. ВЛАСТИВОСТІ ПАТОГЕННИХ МІКРООРГАНІЗМІВ

Основні питання

5.1 Інфекція. Стадії інфекційного процесу

5.2 Поняття патогенності і вірулентності

5.3 Фактори патогенності мікробів

5.4 Основи епідеміології інфекційних хвороб

5.5 Поняття імунітету

5.1 Інфекція. Стадії інфекційного процесу

Термін *«інфекція»* або *«інфекційний процес»* має на увазі сукупність біологічних реакцій, що відбуваються в макроорганізмі при впровадженні в нього патогенних мікробів.

В основі інфекційного процесу лежить феномен *паразитизму* — форми взаємовідносин між двома організмами різних видів, при якій паразит використовує «господаря» в якості джерела живлення і як місце постійного або тимчасового проживання, причому обидва організми знаходяться між собою в антагоністичних відносинах. Паразитизм – властивість, закріплене за видом і передається у спадок.

Виділяють три категорії паразитів: облігатні, факультативні і випадкові.

1. **Облігатні паразити** на всіх стадіях циклу свого розвитку пов'язані тільки з господарем. Вони ніколи не потрапляють в навколишнє середовище.

2. **Факультативні паразити**, крім організму господаря, в процесі циркуляції можуть використовувати і зовнішнє середовище, але паразитична фаза у них має визначальне значення.

3. **Випадкові паразити**, для яких зовнішнє середовище (грунт, вода, рослини та інші органічні субстрати) є нормальним середовищем проживання.

На відміну від інфекційного процесу **інфекційна хвороба** – індивідуальний випадок, який визначається клінічно або лабораторно, що супроводжується різними ступенями порушення гомеостазу макроорганізму, тобто це крайній випадок інфекційного процесу.

У розвитку інфекційного процесу можна виділити кілька стадій:

- проникнення мікроба в макроорганізм (зараження, інфікування), його адаптація в місці проникнення (адгезія), тобто зв'язування з чутливими клітинами і їх колонізація;

- утворення ферментів, токсинів та інших продуктів агресії в процесі розмноження і життєдіяльності мікробів, які надають як місцевий, так і генералізований хвороботворний вплив на тканини і органи, що веде до порушення гомеостазу організму-господаря;
- у ряді випадків диссемінація (поширення) мікробів за межі первинного вогнища призводить до генералізації інфекції;
- формування захисної реакції макроорганізму у відповідь на патогенну дію, спрямованої на нейтралізацію мікроба і його токсинів, а також відновлення гомеостазу;
- відновлення гомеостазу (одужання) і придбання макроорганізмом імунітету, тобто несприйнятливості до мікробу.

Форми прояви інфекційного процесу різноманітні: він може протікати на молекулярному (субклітинному), клітинному, тканинному, органному і організмівому рівнях. Інфекційний процес не завжди проходить всі властиві йому стадії і може закінчуватися вже на ранніх етапах, наприклад, абортивний перебіг захворювання у імунізованих осіб або осіб, які раніше перенесли це захворювання.

5.2 Поняття патогенності і вірулентності

Для того щоб викликати інфекційний процес, збудник повинен володіти *патогенністю* (хвороботворністю). **Патогенність** – видова ознака мікроба, потенційна здатність при відповідних умовах викликати характерне для нього інфекційне захворювання.

Патогенність характеризується *специфічністю*, тобто здатністю викликати певне інфекційне захворювання. Патогенність мікробів залежить від багатьох факторів і схильна до великих коливань в різних умовах.

Для позначення ступеня патогенності введено поняття вірулентності. **Вірулентність** – ступінь патогенності мікроба. Це динамічна індивідуальна властивість (здатність) даного штаму викликати інфекційний процес. За цією ознакою всі штами мікроба даного виду можуть бути поділені на *високо-, помірно, слабо-і авірулентні*. О вірулентності патогенних мікробів в лабораторних умовах судять за величиною летальної і інфікованої дози для експериментальних тварин.

Летальна доза (LD) – це найменша кількість збудника або токсину, що викликає в певний термін загибель конкретної кількості (%) тварин, узятих в дослід. Розрізняють також DCL (*Dosis certe letalis*) – загибель 100 % особин, DLM (*Dosis letalis minima*) – загибель найбільш чутливих особин, LD (*Letalis dosis*) – загибель відповідно 90 % (LD₉₀), 70 % (LD₇₀), 50 % (LD₅₀) і т. ін.

Інфікуюча доза (ID) – мінімальна кількість мікробів, здатна викликати інфекційне захворювання у певної кількості (%) тварин, узятих в дослід. Наприклад, ID₁₀₀ – це 100 % -а захворюваність, ID₅₀ – 50 % -а і т. ін. У лабораторній практиці частіше користуються показниками LD₅₀ і ID₅₀, що

забезпечують достовірність і стандартність оцінки летальної і інфікованої дози збудника.

Під дією фізичних, хімічних і біологічних факторів можлива зміна вірулентності: ослаблення або посилення.

5.3 Фактори патогенності мікробів

Для існування в макроорганізмі мікроби повинні мати здатність до *адгезії і колонізації, інвазивності і агресивності*, надавати шкідливу дію на тканини і органи. Матеріальні носії, що виконують ці функції, називаються **факторами патогенності**.

Пусковим моментом інфекційного процесу є *адгезія і колонізація*. Цей процес високоспецифічний, оскільки відбувається в результаті комплементарної взаємодії макромолекул, розташованих на поверхні мікроба, з рецепторами еукаріотичної клітини господаря. Структури мікроба, відповідальні за прилипання, тобто зв'язування з клітинами господаря, називаються *адгезинами*. Колонізація залежить від дози мікробів і кількості рецепторів для них на поверхні клітин макроорганізму. При відсутності адгезинів або комплементарних рецепторів інфекційний процес не розвивається.

Під *інвазивністю* розуміють здатність мікробів проникати через шкірні покриви і слизові оболонки у внутрішнє середовище організму господаря і поширюватися по його тканинам і органам, а під *агресивністю* – здатність протистояти захисним факторам організму і розмножуватися в ньому.

Найбільш важливу роль у розвитку інфекційного процесу грають мікробні **токсини**. За фізико-хімічною структурою і біологічними властивостями бактеріальні токсини діляться на *екзотоксини і ендотоксини*.

Екзотоксини – білки, що виробляються мікробами, які взаємодіють зі специфічними рецепторами клітин, проникають всередину клітини і блокують життєво важливі метаболічні процеси.

Ендотоксини представляють білково-ліпополісахаридний комплекс клітинної стінки грамнегативних бактерій, який виділяється в навколишнє середовище при їх лізисі. Ендотоксини термостабільні, менш отруйні, ніж екзотоксини, не володіють специфічністю дії, малочутливі до хімічних речовин, з них не можна отримати анатоксини.

За ступенем патогенності для людини або іншого господаря мікроби ділять на три групи: патогенні, умовно-патогенні і непатогенні (сапрофіти).

Патогенні мікроби – це збудники захворювань людини, тварин і рослин. Вони можуть існувати як поза, так і всередині клітини.

Умовно-патогенні мікроби (потенційно-патогенні, опортуністичні) – це велика група мікробів, які надають патогенний вплив на макроорганізм в тому випадку, якщо вони проникають у внутрішнє середовище організму у великих кількостях на тлі різкого зниження резистентності макроорганізму. Більшість видів умовно-патогенних мікробів є нормальними мешканцями шкіри і слизових оболонок організму людини, не надаючи при цьому шкідливого впливу.

Для захворювань, викликаних умовно-патогенними мікробами, характерно широке поширення в лікарняних установах (госпітальні або нозокоміальні інфекції), де формуються *госпітальні штами*, стійкі до антибіотиків та дезінфектантів.

5.4 Основи епідеміології інфекційних хвороб

Епідемічний процес – це процес виникнення і поширення серед населення специфічних інфекційних станів від безсимптомного носійства до маніфестних захворювань, викликаних циркульованим в колективі збудником.

Епідемічний процес обумовлений безперервністю взаємодії трьох його елементів:

- 1) джерела інфекції;
- 2) механізмів, шляхів і факторів передачі;
- 3) сприйнятливості колективу.

Відсутність будь-якого з цих ланок призводить до переривання епідемічного процесу. На розвиток епідемічного процесу великий вплив надає також соціальні чинники навколишнього середовища.

1) Джерело інфекції або «джерело збудника інфекції» означає живий або абіотичний об'єкт, який є місцем природної життєдіяльності і розмноження патогенних мікробів, з якого відбувається зараження людей чи тварин. Джерелом інфекції можуть бути організми людини і тварини (хворого або носія), а також абіотичні об'єкти навколишнього середовища (вода, їжа тощо). Інфекції, при яких джерелом інфекції служить тільки людина, називаються **антропонозними**, а інфекції, при яких джерелом є хворі тварини, але може хворіти і людина – **зоонозними**. Крім того, виділяють групу **сапронозів**, при яких джерелом інфекції служать об'єкти навколишнього середовища. До сапронозів, наприклад, відносяться легіонельози, ієрсиніози.

2) Під механізмом передачі (табл. 5.1) розуміють спосіб переміщення збудника інфекційних та інвазійних захворювань з зараженого організму в сприйнятливий. Цей механізм включає послідовну зміну трьох фаз (стадій):

- 1) виведення збудника з організму господаря в навколишнє середовище;
- 2) перебування збудника в об'єктах навколишнього середовища (біотичних або абіотичних);
- 3) впровадження збудника в сприйнятливий організм.

Розрізняють *фекально-оральний*, *аерогенний* (респіраторний), *кров'яний* (трансмисивний), *контактний і вертикальний* (від одного покоління до іншого, тобто від матері плоду трансплацентарно) механізми передачі.

Фактори передачі – елементи зовнішнього середовища, що забезпечують перенесення мікробів з одного організму в інший. До них відносяться вода, повітря, ґрунт, їжа, живі членистоногі, предмети навколишнього оточення.

Шлях передачі – конкретні елементи зовнішнього середовища або їх поєднання, що забезпечують потрапляння збудника з одного організму в інший за певних зовнішніх умов. Для фекально-орального механізму передачі характерні

аліментарний (харчовий), водний і контактний (непрямий контакт) шляхи передачі; для аерогенного – повітряно-крапельний і повітряно-пиловий; для кров'яного – через укуси ектопаразитів, парентеральний і статевий; для контактного – рановий і контактено-статевий (прямий контакт); для вертикального – трансплацентарний шлях.

Таблиця 5.1 – Механізми, шляхи і чинники передачі інфекції для різних груп інфекційних хвороб (по Л.В. Громашевському)

Локалізація збудника в організмі	Механізм передачі	Шляхи передачі	Фактори передачі
Шлунково-кишковий тракт	Фекально-оральний	Аліментарний (через їжу, посуд, руки) Водний Контактно-побутовий	Їжа Вода Брудні руки Посуд і т. ін.
Респіраторний тракт	Аерогенний (респіраторний)	Повітряно-крапельний Повітряно-пиловий	Повітря Пил
Кров	Кров'яний	Через укуси кровосмоктучих Парентеральний Статевий	Ектопаразити Кров Шприци Хірургічний інструмент Інфузійні розчини і т. ін.
Зовнішні покрови	Контактний	Раневий Контактно-статевий	Кулі і т. ін. Ріжучі предмети і т. ін.
Зародкові клітини	Вертикальний	Трансплацентарний	

3) Наступним елементом епідемічного процесу є *сприйнятливість людей в колективі*. Встановлено, що якщо імунний «прошарок» в популяції становить 95 % і вище, то в даному колективі досягається стан епідемічного благополуччя, і циркуляція збудника припиняється. Тому завданням щодо попередження епідемій є створення в колективах імунного «прошарку» шляхом проведення масової вакцинації проти певних збудників.

Інтенсивність епідемічного процесу виражається в показниках захворюваності і смертності на 10 000 або 100 000 населення, із зазначенням назви хвороби, території та історичного відрізка часу. Епідеміологи розрізняють 3 ступеня інтенсивності епідемічного процесу:

- *спорадична захворюваність* – звичайний рівень захворюваності даної нозологічної форми на даній території в даний історичний відрізок часу;

- **епідемія** – рівень захворюваності даної нозологічної форми на даній території в конкретний відрізок часу різко перевищує рівень спорадичною захворюваності;

- **пандемія** – рівень захворюваності даної нозологічної форми на даній території в конкретний відрізок часу різко перевищує рівень звичайних епідемій. Як правило, такий рівень захворюваності важко утримати в рамках певного географічного регіону, і інфекція зазвичай швидко поширюється, захоплюючи нові й нові території (наприклад, пандемії чуми, холери, грипу, ВІЛ-інфекції тощо).

5.5 Поняття імунітету

Під терміном «**імунітет**» (від латинської *immunitas* – звільнення, позбавлення від чого-небудь) розуміють спосіб захисту організму від генетично чужорідних речовин – антигенів екзогенного і ендогенного походження з метою збереження і підтримання гомеостазу, структурної та функціональної цілісності організму, а також біологічної (антигенної) індивідуальності і видових відмінностей.

Розрізняють імунітет **вроджений і набутий**.

Вродженим (або видовим) імунітетом називають властиву даному виду тварин або людині генетично закріплену несприйнятливості (нечутливості) до певних збудників хвороб або антигенів. Цей вид імунітету передається з покоління в покоління і обумовлений генетичними та біологічними особливостями виду.

Вроджений імунітет може бути **абсолютним і відносним**.

Набутий імунітет формується в процесі життя індивідуума, в результаті перенесеного інфекційного захворювання (**постінфекційний імунітет**) або вакцинації (**поствакцинальний імунітет**), а також пасивної передачі антитіл від матері плоду при внутрішньоутробному розвитку. Набутий імунітет може виникати природним шляхом (**природно набутий імунітет**) як результат перенесених інфекцій або штучним шляхом (**штучно набутий імунітет**) після імунізації, вакцинації, серотерапії та інших маніпуляцій.

Імунітет за своїм механізмом буває активним і пасивним. **Активний імунітет** – це вид несприйнятливості, який формується в результаті активного залучення до процесу імунної системи під впливом конкретного антигену, наприклад, при вакцинації або інфекції. **Пасивний імунітет** забезпечується введенням в організм ззовні вже готових специфічно «налаштованих» до певного антигену імунореагентів, наприклад, імуноглобулінів, імунних сироваток або сенсibilізованих лімфоцитів.

Як активний, так і пасивний види імунітету можуть бути **гуморальними** (обумовлені переважно антитілами), **клітинними** (обумовлені переважно імунними клітинами) і **гуморально-клітинними** (змішана форма реагування).

Розрізняють також імунітет *стерильний і нестерильний*. *Стерильний* імунітет зберігається і під час відсутності антигену в організмі, а *нестерильний* існує тільки при наявності в організмі збудника (наприклад, при туберкульозі).

Залежно від локалізації імунітет може бути також *загальним і місцевим*. *Місцевий імунітет* здійснює захист шкірних покривів і слизових оболонок – найбільш ймовірних шляхів потрапляння в організм екзогенних інфекційних агентів. *Загальний імунітет* забезпечує генералізований імунний захист внутрішнього середовища макроорганізму.

По спрямованості до того чи іншого антигену імунітет поділяють на *протибактеріальний, противірусний, протигрибковий, протигельмінтний, антитоксичний, протипухлинний, трансплантаційний*.

Захист організму від антигенів, тобто підтримання гомеостазу, здійснюється двома групами факторів:

- факторами, що забезпечують *неспецифічну резистентність* (стійкість) організму до антигенів незалежно від їх походження;

- *специфічними факторами* імунітету, які спрямовані проти конкретних антигенів.

До факторів *неспецифічної резистентності* відносяться механічні, фізико-хімічні та імунобіологічні бар'єри.

Основними захисними факторами цих бар'єрів є шкіра і слизові оболонки, фагоцитуючі клітини, комплемент, інтерферон, інгібітори сироватки крові.

Фактори неспецифічної резистентності беруть участь в захисті організму від будь-яких антигенів незалежно від їх природи і характеру. Вони не мають специфічної спрямованості дії стосовно конкретного антигену, тому їх і називають факторами неспецифічної резистентності.

Специфічний захист, спрямований проти конкретного антигену, здійснюється комплексом спеціальних форм реагування імунної системи:

- антитілоутворення;

- імунний фагоцитоз;

- клітерна функція лімфоцитів;

- алергічні реакції, що протікають у вигляді гіперчутливості негайного типу (ГНТ) і гіперчутливості уповільненого типу (ГУТ);

- імунологічна пам'ять;

- імунологічна толерантність.

Між факторами неспецифічної резистентності і специфічними імунними реакціями існують тісний зв'язок і взаємодія. Так, антигени перш ніж проникнути в організм, повинні подолати механічні та фізико-хімічні бар'єри. Якщо ці бар'єри подолано, на шляху антигену виникає третій потужний бар'єр у вигляді клітинної реакції (фагоцитоз) і численних гуморальних факторів (комплемент, інтерферон, захисні білки крові). У разі прориву третього бар'єру починає функціонувати клітинна система Т- і В-лімфоцитів. Відбувається розпізнавання антигену і включення однієї або декількох специфічних реакцій імунітету з метою повної нейтралізації і знешкодження антигену.

Питання для самоконтролю:

1. Патогенні мікроорганізми. Їх основні властивості.
2. Види і властивості мікробних токсинів.
3. Поняття про імунітет, його види і характеристики.
4. Вакцини і сироватки, їх застосування.
5. Поняття про інфекцію. Умови виникнення і розвиток інфекційного захворювання.
6. Джерела і шляхи передачі інфекції. Бактеріоносійство.
7. Умови і чинники, що визначають розвиток інфекційного процесу.
8. Умови виникнення епідемічного процесу.
9. Поняття про умовно-патогенні мікроорганізми. Приклади. Характеристика збудників захворювань.
10. Джерела забруднення навколишнього середовища патогенними, потенційно-патогенними і сапрофітними мікроорганізмами.
11. Роль середовища в забрудненні харчових продуктів.

Тестові завдання:

1. Профілактичні заходи, спрямовані на джерело інфекції

- A. медичний профілактичний огляд
- B. щеплення
- C. дезінфекція приміщень
- D. ізоляція хворих

2. Джерело інфекції являє собою

- A. хвора людина
- B. інфікована їжа
- C. мухи
- D. бактеріоносії

3. Роль мух у інфекційному процесі

- A. збудників інфекції
- B. джерел інфекції
- C. переносників інфекції
- D. бактеріоносіїв

4. Спосіб набування людиною активного штучного імунітету

- A. через інфекційне захворювання
- B. через щеплення вакциною
- C. через спадкоємність
- D. через щеплення сироваткою

5. Речовини, які використовують для дезінфекції питної води

- A. пероксид водню
- B. газоподібний хлор
- C. іони срібла
- D. сірководень

РОЗДІЛ 6

ХАРЧОВІ ІНФЕКЦІЇ. ХАРЧОВІ ОТРУЄННЯ: ІНТОКСИКАЦІЇ І ТОКСИКОІНФЕКЦІЇ

Основні питання

6.1 Харчові інфекції

6.1.1 Антропонозні (кишкові) інфекції

6.1.2 Зоонозні інфекції

6.2 Харчові отруєння

6.2.1 Токсикоінфекції

6.2.2 Токсикози (інтоксикації)

6.1 Харчові інфекції

До харчових інфекцій відносять інфекційні захворювання, при яких харчовий продукт є лише передавачем патогенних мікроорганізмів. Як правило, збудники інфекційних захворювань в харчовому продукті не розмножуються, при цьому вони можуть тривалий час зберігати життєздатність і вірулентність, більшість з них виживають в продуктах і при криозаморожуванні.

Серед інфекційних захворювань, що передаються харчовими продуктами, розрізняють *антропонозні* (кишкові) і *зоонозні інфекції*.

6.1.1 Антропонозні (кишкові) інфекції

До кишкових інфекцій, які є антропонозами, відносять черевний тиф і паратифи А і В, дизентерію, холеру, збудники яких вражають тільки людей. Джерелом інфікування є люди, хворі на кишкові інфекції, і бактеріоносії. Найбільш поширеним фактором передачі цих захворювань є інфіковані харчові продукти (шлях – аліментарний), але можлива передача збудника від хворих до здорових і іншими шляхами: контактено-побутовим – через інфіковані предмети, з ґрунтовими забрудненнями, а також водним шляхом.

Оскільки збудники кишкових інфекцій виділяються з організму хворих і бактеріоносіїв з виділеннями (фекаліями), а зараження здорових людей відбувається через ротову порожнину (з їжею, водою або при контакті з інфікованими предметами), *механізм передачі* при кишкових інфекціях називається *фекально-оральним*.

Черевний тиф і паратифи А і В протікають у людей як гостре кишкове захворювання з переважним ураженням тонкого кишечника. Збудниками цих інфекцій є бактерії сімейства *Enterobacteriaceae*, роду *Salmonella*. Збудником

черевного тифу є *Salmonella paratyphi* (відкрита в 1870 році К. Ебертом), паратифів А і В – відповідно *Salmonella paratyphi A* і *Salmonella schottmueleri*. Всі вони мають схожі морфологічні і більшість біохімічних властивостей: це дрібні, частіше нерухомі палички, добре ростуть на поживних середовищах, факультативні анаероби. При загибелі мікробної клітини в середу виділяється ендотоксин, який має виражену хвороботворну дію. Більш вірулентними для людини є сальмонели, які викликають черевний тиф.

Основним фактором передачі збудника черевного тифу є вода з будь-якого джерела, яка забруднена фекаліями (виділеннями) хворих людей і бактеріоносіїв. З харчових продуктів найбільшу небезпеку має молоко, яке заражене людьми при його переробці і реалізації; можливе зараження через кулінарні вироби та їжу, при вживанні сирих плодів і овочів. При паратифозних інфекціях головним фактором передачі є харчові продукти.

Термін виживання черевнотифозних паличок у воді становить від 5 до 30 днів, в м'ясі – більше 3 місяців, на овочах і фруктах – до 10 днів, в кисломолочних продуктах – 3-5 днів, у вершковому маслі – до 26 днів. Паратифозні бактерії живуть у вершковому маслі до 33 днів; в кулінарних виробах (м'ясних котлетах, смаженій рибі, картопляному пюре, круп'яних гарнірах тощо) при кімнатній температурі та можуть інтенсивно розмножуватися.

Сальмонели черевного тифу і паратифів чутливі до нагрівання: при 56 °С вони гинуть протягом 45-60 хв., при кип'ятінні – за кілька секунд, під впливом дезінфікуючих речовин – за кілька хвилин. Присутність у воді активного хлору при дозі 0,05-0,5 мг на 1 л забезпечує надійне знезараження води від черевнотифозних і паратифозних сальмонел, що покладено в основу державних регламентів з знезараження питної води.

Бактеріальна дизентерія є типовою антропонозною кишковою інфекцією з фекально-оральним механізмом зараження. Збудниками дизентерії є бактерії роду *Shigella*. Відповідно до Міжнародної класифікації відомі чотири різновиди (підгрупи) шигелл: *Sh. dysenteriae*, *Sh. flexneri*, *Sh. boydii*, *Sh. sonnei*. Підгрупи відрізняються по ферментативним і антигенним властивостям, здатністю до токсиноутворення і, отже, вірулентністю до людини, який є єдиним біологічним "господарем" цього збудника. *Sh. dysenteriae* продукує екзотоксин, який вибірково вражає слизову оболонку кишечника і нервову систему. Інші підгрупи дизентерійних бактерій розчинних токсинів не утворюють. Вони містять в клітинах ендотоксини.

Дизентерійні бактерії можуть зберігати життєздатність до 5-14 днів на предметах, посуді, в прісній і морській воді, на грошових знаках, сирих фруктах і овочах. У молоці і молочних продуктах шигелли виживають протягом одного місяця і більше, ковбасних виробах – до 7 днів, кулінарних – від декількох годин до 40 днів і більше в залежності від кислотності виробу і температури його зберігання.

Під впливом високої температури дизентерійні бактерії гинуть при 60 °С через 10-20 хв., при кип'ятінні – через 3-4 хв.; вони чутливі до дії дезінфікуючих речовинний, наприклад, розчинів хлорного вапна і хлораміну, тому причиною

захворювань людини, як правило, є порушення санітарних і технологічних режимів виробництва харчових продуктів та охорони водойм. Більш чутлива до фізичних і хімічних факторів *Sh. dysenteriae*, менш чутлива – *Sh. sonnei*.

Найбільш поширеним фактором передачі (шлях аліментарний) збудників дизентерії є харчові продукти, які забруднені фекаліями людей - хворих і бактеріоносіїв; відомо також водний шлях передачі, а також контактнопобутовий – через предмети побуту (іграшки, посуд і т. ін.). З харчових продуктів найбільшу епідемічну небезпеку становлять молоко і молочні продукти. З ними пов'язано більшість спалахів дизентерії, які називають "молочними спалахами". Найчастіше вони викликаються шигеллами Зонне, мають виражений сезонний (влітку і восени) і територіальний характер, тобто поширюються в регіоні реалізації інфікованого молока. Водні спалахи дизентерії в 80 % випадків викликаються шигеллами Флекснера. Для них характерна зимово-весняна сезонність, яка пов'язана з паводками і вимиванням фекалій у водойми, і масовістю захворювань (до 1000 і більше).

Клінічні прояви дизентерії різні і залежать від виду шигелл: від захворювань типу харчових отруєнь до важких тривалих форм. Особливо важко проходить дизентерія, яка викликана *Sh. dysenteriae*, яка здатна продукувати екзотоксин. Після перенесеного захворювання часто залишається тривале бактеріоносійство, яке особливо епідеміологічно небезпечно серед персоналу харчових підприємств.

Холера – це гострий гастроентерит, важка кишкова інфекція, яка виникає, як правило, у вигляді спалахів захворювання в певних регіонах. Смертність від холери в минулому становила від 50-60 %. За даними Всесвітньої організації охорони здоров'я (ВООЗ) у зв'язку з використанням сучасної терапії (за умови вчасно розпочатого лікування) смертність значно знизилася і становить до 17 % серед хворих.

Холера – древнє захворювання. Її природними осередками постійного знаходження (епідемічними) є Індія, басейни річок Ганг і Брахмапутра. Після перенесеного захворювання залишається тривале бактеріоносійство.

Збудниками холери є холерний вібріон *Vibrio cholerae*, який належить до сімейства *Vibrionaceae*, роду *Vibrio*. Вперше холерні вібріони описані в 1854 році Ф. Пацином і детально досліджені в 1883 році Г. Кохом. Вони мають форму вигнутої маленької (до 3,0 мкм) палички, дуже рухливі завдяки присутності джгутика, не утворюють спори і капсули, грамнегативні, продукують як екзо-, так і ендотоксини, які мають виражену токсичну дію.

Холерні вібріони стійкі в навколишньому середовищі: в виділеннях виживають до 5 місяців, у ґрунті – 2 місяці, на поверхні риби – до 40 днів. Найбільш вірулентна і стійка до низьких температур різновид холерних вібріонів Ель-Тор виживає в морській і річковій воді більше 4 тижнів, на харчових продуктах – до 10 днів, в кишечнику мух – до 5 днів. Як показали дослідження, холерний вібріон може не тільки виживати в водоймах, а й розмножуватися в них, що обумовлює найпоширеніший шлях передачі холери – водний. Разом з тим, холерні вібріони менш стійкі до висушування, високих температур (при

температурі 100 °С вони гинуть миттєво, при 80 °С – протягом 5 хв.), чутливі до дезінфікуючих речовин, особливо до кислот, найбільш чутливі до дії шлункового соку (в розчині соляної кислоти 1/10000 гинуть за 1 хв.).

Факторами передачі холерних вібріонів є вода, їжа, забруднені предмети, брудні руки. У реалізації шляху передачі інфекції велику роль відіграють мухи. Мікроби потрапляють в організм людини через ротову порожнину в тонкий кишечник. Отже механізм передачі інфекції, як і при інших кишкових інфекціях, - фекально-оральний.

Головним у профілактиці холери є проведення загальних протиепідемічних заходів по виявленню та ізоляції по особливим правилам хворих і бактеріоносіїв, санітарно-епідемічний контроль водойм і харчових підприємств.

Вірусні кишкові інфекції

Збудниками вірусних кишкових інфекцій є ентеровіруси. Це велика група вірусів, які живуть переважно в кишечнику людини, виділяються з фекаліями в навколишнє середовище і викликають різні по проявах захворювання людини.

Ентеровіруси найдрібніші (діаметр 20-30 нм) і найбільш просто організовані, мають сферичну форму, складаються з одноланцюгової лінійної РНК і капсида.

Ентеровіруси стійкі до факторів навколишнього середовища. Вони тривалий час зберігаються і виживають у воді, ґрунті, на деяких харчових продуктах і предметах побуту. Віруси гинуть при висушуванні, дії УФ-випромінювання, окислителей, формаліну, при температурі 50 °С протягом трьох хвилин, при кип'ятінні – через кілька секунд.

Спалахи ентеровірусних інфекцій реєструють протягом всього року, але найбільше в літні місяці. Захворювання, викликані ентеровірусами відзначаються масовим характером. Відносно більшості захворювань специфічні засоби профілактики відсутні.

Протозойні кишкові інфекції

Збудниками протозойних кишкових інфекцій є найпростіші одноклітинні організми, які відносяться до роду Протозоа.

Амебіоз – інфекційна хвороба, викликана амебами *Entamoeba histolytica*. Збудник був відкритий в 1875 році Ф. Лешем. Він існує в двох стадіях розвитку: *вегетативній і цистній*. Вегетативна стадія має кілька форм – тканинну, велику вегетативну, просвітну і предцистну. Цистна (клітина в стадії спокою) має овальну форму, діаметр 9-14 мкм, утворюється з вегетативних форм в кишечнику. Просвітна форма має розмір 15-20 мкм, пересувається повільно, живе в просвіті товстої кишки, нешкідлива, але при певних умовах стає патогенною і перетворюється в тканинну форму. Тканинна форма має розмір близько 30 мкм, рухлива, проникає в стінку кишки, викликає виразкові процеси.

Поза організмом людини тканинна і просвітна форми гинуть через 30 хв. Цисти стійкі в навколишньому середовищі, у воді і фекаліях зберігаються при

температурі 20 °С впродовж місяця. У продуктах харчування, на овочах і фруктах цисти зберігаються кілька днів.

Джерелом інфекції амебіозу є людина. Зараження відбувається при занесенні цист з продуктами харчування, особливо овочами і фруктами, рідше із водою і через предмети домашнього побуту.

Цисти, які потрапили в кишечник людини, при сприятливих умовах починають розмножуватися, викликаючи хворобу. Уражаються верхній відділ товстої кишки з утворенням виразок, а часом і пряма кишка. Можлива перфорація кишкової стінки з розвитком гнійного перитоніту. Амеби з током крові часто заносяться в печінку, головний мозок, легені, викликаючи некішечний амебіоз.

Профілактика амебіозу пов'язана з виявленням та лікуванням носіїв амеб і цист.

6.1.2 Зоонозні інфекції

Зоонозні інфекції – це захворювання, якими хворіють люди і тварини. Джерелом зараження в більшості зоонозних інфекцій є хвора тварина або бактеріоносій.

Сибірка або сибірська виразка. Ця хвороба була названа сибіркой у зв'язку з великою епідемією, описаною на Уралі в кінці XVIII ст. С.С. Андрієвським. *Bacillus anthracis* – збудник сибірської виразки у людини і тварин.

B. anthracis – великі палички, розташовуються попарно або короткими ланцюжками. Нерухомі, поза організмом утворюють спори, дуже стійкі в зовнішньому середовищі. В організмі людини і тварин утворюють капсули. Бактерії грампозитивні, аероби або факультативні анаероби. Добре ростуть на простих середовищах при рН 7,2-7,8. На м'ясосептонному агарі утворюються шорсткі колонії з нерівними краями, що нагадують левову гриву. При зростанні на рідких середовищах не дають рівномірного помутніння, а утворюють осад на дні пробірки, який нагадує грудочку вати.

Вегетативні форми швидко гинуть при кип'ятінні, при температурі 60 °С гинуть через 15 хв., в бульйонній культурі в запаяних ампулах можуть зберігатися до 40 років. Спори сибірки в ґрунті можуть зберігати свою життєздатність до 100 років; кип'ятіння витримують 15-20 хв., при дії 1 % розчину формаліну руйнуються тільки через 2 години.

Сибірська виразка – антропозоонозна інфекція. Серед тварин найчастіше хворіють травоядні, які заражаються при ковтанні спор під час випасу або при поїданні забруднених кормів. У тварин переважають кишкова і септична форми захворювання. Із сечею і випорожненнями тварини виділяють бацили сибірської виразки в навколишнє середовище. Летальність серед тварин висока. Клінічні ознаки хвороби (судоми, діарея з кров'ю) виявляються перед загибеллю тварини.

Людина заражається при контакті з інфікованим матеріалом (догляд за хворими тваринами); при вживанні погано провареного м'яса від хворих тварин, а також зараження може відбутися через шкірні покриви (порізи, садна), куди

можуть потрапити спори сибірської виразки. Щорічно в світі реєструють до 100 тис. випадків зараження сибірської виразки. Велику епідемічну небезпеку становлять скотомогильники, особливо якщо труп тварин, що загинули від сибірки, були зариті без достатніх запобіжних заходів.

Сибірка проявляється у трьох основних клінічних формах: *шкірної, легеневої і кишкової*. Патогенність збудника сибірської виразки залежить від капсуло- і токсиноутворення. Капсула захищає збудника від клітин фагоцитів, а токсин опосередковує прояв ознак і симптомів сибірської виразки. Токсин діє на центральну нервову систему і може призводити до летального результату.

Клінічні прояви залежать від місця проникнення збудника. Інкубаційний період складає 2-6 діб. Оскільки на початку захворювання практично неможливо поставити діагноз, подальший розвиток хвороби призводить до летального результату. Смерть настає через 3-4 дня після початку захворювання

Проводиться комплексне лікування хворих сибіркою, спрямоване проти токсину і бацил. Хворим вводиться противосибіркововиразний глобулін (30-50 мл) і проводиться антибіотикотерапія (пеніцилін, еритроміцин, антибіотики тетрациклінового ряду і стрептоміцин).

Заходи щодо попередження сибірської виразки забезпечуються спільно з ветеринарною службою. Вони повинні включати своєчасне виявлення, ізоляцію і лікування хворих тварин, а також імунізацію тварин живою вакциною. Профілактика включає ретельну дезінфекцію приміщень, території та усіх предметів, де знаходилися хворі тварини. Трупи тварин, які загинули від сибірки, спалюють або закопують в спеціально відведеному місці (скотомогильник) на глибину не менше 2 м і засипають хлорним вапном. Крім того, ветеринарна служба забезпечує нагляд над підприємствами, що займаються переробкою м'яса, а також здійснює контроль за випуском і реалізацією шкіряних та хутряних виробів з тваринної сировини.

Бруцельоз. Збудники цього захворювання відносяться до роду *Brucella*. Вперше палички бруцельозу відкрив Д. Брюс в 1887 році.

Бруцели – дрібні нерухомі палички або коккобактерії. Розташовуються окремо, парами або безладно, грамнегативні, спори і капсули не утворюють, аероби. Зростання на поживних середовищах з'являється через 4-30 діб, рН середовища – 6,5-7,2, оптимальна температура – 37 °С.

Бруцели дуже стійкі в навколишньому середовищі. У ґрунті, випорожненнях тварин, навозі бруцели зберігаються від 4 до 5 місяців; в харчових продуктах – до 4 місяців; в пилу – 1 місяць. Добре переносять низькі температури. Чутливі бруцели до високої температури і дії дезінфікуючих речовин. При кип'ятінні палички бруцел гинуть миттєво. Швидко гинуть при дії дизрозчинів групи хлору і карболової кислоти.

Джерелом інфекції бруцельозу є домашні тварини. Збудники передаються людині через контакт із зараженими фекаліями, молоком, сечею і м'ясом. Заразними також є виділення хворих тварин – навколоплідної рідини і вагінальний слиз. В Україні захворюваність людей на бруцельоз носить професійний характер. Заражаються головним чином ветеринарний і

зоотехнічний персонал, працівники молочних ферм і м'ясокомбінатів тощо. Збудник потрапляє в організм людини через пошкоджену шкіру, слизову оболонку дихальних шляхів і шлунково-кишкового тракту, кон'юнктиву очей.

В умовах сільського господарства відзначається сезонність захворювань на бруцельоз в період окоту овець і кіз (березень-травень).

Інкубаційний період триває 1-3 тижні, іноді більше. У перші 10 діб бактерії розмножуються в лімфатичних вузлах (мигдалини; заглоткові, мовні, підщелепні, шийні вузли). Через 3 тижні починається процес формування гранульом. З лімфатичних вузлів бруцели потрапляють в кровотік, з потоком крові вони потрапляють в печінку, селезінку, кістковий мозок. У хворого часто відзначається ураження опорно-рухового апарату, кровотворної, нервової і статеві систем. Бруцельоз нерідко дає рецидиви, продовжуючись місяцями і роками. Летальний результат спостерігається рідко. Бруцельоз у людини має багато спільних ознак з туберкульозом, черевним тифом, малярією. Тому лабораторна діагностика бруцельозу має велике значення.

Після перенесеного захворювання в людини виробляється стійкий імунітет.

Профілактика захворювань людини забезпечується шляхом проведення спільно з ветеринарними організаціями комплексу загальних і специфічних заходів. Зниженню захворюваності сприяє елементарне дотримання правил особистої гігієни та режиму обробки сільськогосподарської продукції.

На **туберкульоз** хворіє багато сільськогосподарських тварин. Викликається захворювання мікобактеріями туберкульозу *Mycobacterium tuberculosis*, які були відкриті Р. Кохом в 1882 році. На честь цього відкриття збудник туберкульозу досі називають паличкою Коха.

Мікобактерії туберкульозу характеризуються поліморфізмом. Це тонкі, довгі, злегка зігнуті палички. Іноді мають невеликі здуття на кінцях. У молодих культурах палички довші, а в старих схильні до простого розгалуження. Іноді утворюються короткі, товсті палички. Нерухомі, грампозитивні, не утворюють спор і капсул.

Туберкульозна паличка – це дуже повільнозростаючий мікроорганізм; вимоглива до живильних середовищ, гліцеринзалежна. Палички туберкульозу – аероби, але здатні рости і в факультативно анаеробних умовах. Крайні температурні межі 25-40 °С, оптимальна температура – 37 °С. Реакція середовища майже нейтральна (рН 6,4-7,0), але може рости в межах рН 4,5-8,0. На рідких середовищах туберкульозна паличка утворює через 5-7 діб суху зморшкувату плівку, котра піднімається на краю пробірки. Середовище за цьому залишається прозорою. На щільних середовищах туберкульозна паличка утворює колонії кремового кольору, що нагадують цвітну капусту, крихкуваті, погано знімаються бактеріологічною петлею. Це зростання спостерігають на 14-40-ту добу.

У порівнянні з іншими неспорутворюючими паличками мікобактерії туберкульозу дуже стійкі в зовнішньому середовищі. У проточній воді вони можуть зберігати життєздатність до 1 року, в ґрунті і гною – 6 місяців, На різних предметах – до 3 місяців, в бібліотечному пилу – 18 місяців, у висушеному гної і мокротах – до 10 місяців. При кип'ятінні паличка Коха гине через 5 хв., в

шлунковому соку – через 6 г., при пастеризації – через 30 хв. Мікобактерії чутливі до сонячного світла і активованим розчинів хлораміну і хлорного вапна.

Туберкульоз у людини викликається двома основними видами мікобактерій – людським (*M. tuberculosis*) і бичачим (*M. bovis*), рідше мікобактеріями пташиного типу (*M. avium*). Зараження відбувається повітряно-крапельним і повітряно-пиловим шляхом, іноді через рот, при вживанні харчових продуктів, інфікованих туберкульозними мікобактеріями, через шкіру і слизові. Можливо внутрішньоутробне інфікування плода через плаценту.

Зараження людини можливо через дихальні шляхи при контакті з хворими тваринами, через молоко і молочні продукти, при вживанні в їжу недостатньо провареного м'яса хворих тварин чи курячих яєць.

Профілактика туберкульозу забезпечується шляхом ранньої діагностики, своєчасного виявлення хворих і їх диспансеризації, знешкодження молока і м'яса хворих тварин. Профілактика полягає в проведенні соціальних заходів (поліпшення умов праці і побуту населення, підвищення його матеріального і культурного рівня). Для імунопрофілактики використовується вакцина БЦЖ – атенуєвані мікобактерії бичачого типу. В Україні вакцинацію проводять всім новонародженим.

M. bovis – викликає туберкульоз у великої рогатої худоби і в 5 % випадках у людини. Велика рогата худоба заражається туберкульозом аспіраційно, при вдиханні інфікованого пилу, а також аліментарно – через заражені корм і воду. Бациловиділення з молоком часто відбувається навіть у тварин, у яких немає клінічно виражених змін. У зв'язку з цим велике значення має інфікування людини молоком або молочними продуктами, отриманих від хворих тварин.

Особливу небезпеку туберкульоз великої рогатої худоби і птахів являє для працівників тваринництва і птахівництва, м'ясокомбінатів, забійних пунктів, серед яких туберкульоз носить виражений професійний характер.

Ящур. Збудниками зоонозів можуть бути і віруси. Прикладом вірусної харчової інфекції є ящур – гостре інфекційне захворювання, джерелом інфекції якого є хворі тварини: велика рогата худоба, вівці, кози і свині. Вірус нестійкий до нагрівання: при 60-70 °C гине через 5-15 хв., при 100 °C – моментально. Вірус дуже стійкий до низьких температур, може довго зберігатися в харчових продуктах, наприклад, в маслі – до 25 днів, в замороженому м'ясі – до 145 днів.

Людина може заразитися при контакті з хворою твариною, при вживанні сирого молока.

Проявляється захворювання в запаленні з виразкою слизової оболонки ротової порожнини.

М'ясо, отримане від хворих і підозрілих на захворювання ящуром тварин, використовують для переробки на ковбаси та консерви або воно повинно піддаватися тривалій тепловій обробці.

6.2 Харчові отруєння

Харчові отруєння мікробного походження – це гострі захворювання, що виникають в результаті вживання харчових продуктів, які масово забруднені певними видами мікроорганізмів або містять токсичні для організму речовини мікробного походження.

Спільними ознаками для харчових отруєнь мікробного походження є: чіткий зв'язок з прийомом певної їжі, раптовий початок, короткий інкубаційний період, швидке одужання після вилучення з раціону недоброякісної їжі, а також відсутність зараження людей безпосередньо при контакті з хворими.

Збудниками харчових отруєнь є, як правило, потенційно-патогенні мікроорганізми, що викликають захворювання в результаті одночасного потрапляння в шлунково-кишковий тракт мікробних тіл і продуктів їх життєдіяльності – токсинів.

Мікробні харчові отруєння поділяють на **токсикоінфекції, токсикози (інтоксикації) і міксти** (змішаної етіології).

У числі мікробних токсикозів розрізняють **бактеріотоксикози і мікотоксикозів**.

6.2.1 Токсикоінфекції

Харчові токсикоінфекції – це гострі, нерідко масові захворювання, що виникають при вживанні харчових продуктів, що містять велику кількість (10^5 - 10^6 і більше на 1 г або 1 мл продукту) живих збудників і їх токсини, виділені під час розмноження або загибелі мікроорганізмів.

До найбільш поширених збудників харчових токсикоінфекцій належать бактерії роду *Escherichia* і *Proteus*, ентерококи, *Cl. perfringens*, *Bac. cereus*, *Vibrio parahaemoliticus* і ін.

Бактерії *Escherichia coli* – постійні мешканці товстого кишечника людини, складають значну частину нормальної мікрофлори кишечника і у великій кількості виділяються з фекаліями. Кишкові палички дрібні, грамнегативні, спор не утворюють, факультативні анаероби. Ешерихії беруть участь в регулюванні біологічних процесів в товстому кишечнику, синтезують вітаміни К₂, Е і групи В. При пригніченні діяльності кишкової мікрофлори, в тому числі і кишкової палички, спостерігається дисбактеріоз. У той же час відомо багато штамів *Escherichia coli* – збудників захворювань людини.

Сьогодні штами *Escherichia coli* ділять на патогенні і непатогенні. Токсичність Ешерихія пов'язана з глюцидо-ліпідо-протеїновим комплексом клітини (ендотоксинів).

Разом з токсикоінфекцією вони визивають і інші захворювання, викликані патогенними штамми *Escherichia coli*: менінгіт, пієліт, цистит, сепсис тощо.

Escherichia coli можуть тривалий час зберігати життєздатність в ґрунті, воді, на побутових предметах; добре переносять висушування, витримують

охолодження до -12 ... -20 °С протягом місяця. При t 55-55 °С гинуть протягом 1 години, 60 °С – через 15 хв., 100 °С – через 1 сек.

Джерелами патогенних штамів ешерихії є люди і тварини. Основним джерелом забруднення харчових продуктів є люди хворі колієнтеритом і іншими захворюваннями, викликаними *Escherichia coli*, а також бактеріоносії. З тварин – хворі колієнтеритом телята, поросята, ягнята.

Причиною харчового отруєння може бути вживання овочевих, яєчних, молочних, м'ясних, рибних страв вже термічно оброблених і заражених бактеріями через інвентар, обладнання, тару, руки в результаті недотримання санітарних правил. Захворювання частіше спостерігається в теплу пору року.

При колібактеріальній інфекції інкубаційний період становить 4-10 годин, тривалість захворювання – 1-3 дні. Клінічні прояви подібні до інших токсикоінфекцій.

Профілактика: виявлення та лікування хворих та бактеріоносіїв серед персоналу харчових підприємств, ветеринарно-санітарний нагляд за тваринами з метою виявлення хворих колієнтеритів і реалізація м'яса хворих тварин за правилами «умовно придатної» сировини, чітке дотримання санітарного режиму обробки продуктів харчування.

Бактерії роду *Proteus* включають 5 видів. Це дрібні, грамнегативні палички, активно рухаються, з чітко вираженими гнильними властивостями. Факультативний анаероб, розвивається при температурі 25-37 °С, розмножується при рН 3,5-12, переносить низькі температури і висушування. При температурі 60 °С протей гине через годину, при температурі 65° С – через 30 хв. Токсичність протей пов'язана з ендотоксином і проявляється при руйнуванні клітини.

Протей широко поширений в природі, може перебувати в кишечнику здорових людей, збудник гнильного псування продуктів. На харчові продукти потрапляє через забруднення фекаліями людей і тварин під час транспортування, зберігання і технологічної обробки. Найчастіше спалахи протейних токсикоінфекцій виникають при вживанні сирого фаршу, кров'яних ковбас, риби, іноді – страв з овочів і картоплі, які приготовлені з порушенням санітарних правил.

Збудниками харчових токсикоінфекцій є переважно *Proteus vulgaris* і *Proteus mirabilis*. Інкубаційний період – 4-6 годин, іноді – 24-36. Клінічні прояви: температура тіла 38,5 °С, рідко до 40 °С, біль в животі, багаторазова блювота, стул з частинками крові, в важких випадках – загальна слабкість, коліки, синюшно-червоне забарвлення шкіри. Особливістю протейної токсикоінфекції є тривалий, іноді зворотний характер. Спалахи відбуваються частіше в теплу пору року.

Профілактика – як і при інших токсикоінфекціях.

Ентерококи (стрептококи) включені в рід *Streptococcaceae*, є постійними жителями кишечника людини і тварин, часто виявляються в зовнішньому середовищі. Це овальні або ланцетоподібні клітини, розташовані попарно або вигляді коротких ланцюжків. Деякі рухливі. Розмножуються при температурі від

10 до 45 °С, витримують температуру 60 °С протягом 30 хв., при температурі 85 °С гинуть за 10 хв. Стійкі до дії несприятливих чинників, стійкі до висушування.

Джерелами інфікування харчових продуктів ентерококами є люди і тварини; шляхи зараження – ті ж, що і при інших токсикоінфекціях. Механізм зараження – фекально-оральний. Як правило ентерококові отруєння відбуваються після вживання в їжу продуктів, що не піддаються повторній тепловій обробці: ливерних і кров'яних ковбас, сосисок, сиру, м'ясних рубаних виробів, холодцю, картопляного пюре, кремів, пудингів тощо.

Ентерококи інтенсивно розмножуються при кімнатній температурі, викликають ослизнення продуктів і надають їм неприємний гіркий смак.

Інкубаційний період – 3-18 годин. Клінічні прояви: нудота, блювота, біль у шлунку і животі, діарея. Тривалість захворювання – від декількох годин до декількох днів.

Бактерії роду *Clostridium*. *Cl. perfringens* є нормальним мешканцем кишечника людей і тварин. У ґрунті зберігається роками у вигляді спор. Є одним із збудників газової гангрені. *Cl. perfringens* – велика поліморфна, з закругленими кінцями, грампозитивна паличка. В організмі людей утворює капсулу, у зовнішньому середовищі – спори. Клострідії добре ростуть в анаеробних умовах пі температурі 37-43 °С, рН 6,0-8,0. Крайні межі – 16 і 50 °С. Затримує ріст кухонна сіль в концентрації 7-10 %. У кислому середовищі не розмножуються. На вегетативні клітини активно діє перекис водню, фенол. Спори витримують кип'ятіння протягом кількох годин.

Розрізняють 6 типів *Cl. perfringens*: А, В, С, D, Е, F. Харчові інфекції викликають переважно типи А, рідше – С і F. Мікроби виділяють токсини, які мають протеолітичну, некротичну і гемолітичну активність.

Джерело зараження харчових продуктів – люди і тварини, найбільш ймовірний фактор передачі – ґрунтові забруднення сировини, а отже, недотримання режимів первинної обробки сировини.

Токсикоінфекції можуть виникати при вживанні в їжу котлет з яловичини і баранини, тушкованого, смаженого і вареного м'яса, пирогів з лівером, виробів з курячого м'яса, холодцю, а також молока, бринзи, риби.

Інкубаційний період короткий; у хворих з'являється нудота, діарея, біль в животі, спазми, температура нормальна. Тривалість захворювання – до 5 діб і більше. При епідемічних спалахах смертність може становити 7 %, при ураженні штамами С і F – до 30 % і більше.

Оскільки основний механізм передачі обумовлений збереженням спор в продуктах після термічної обробки, профілактичні заходи включають суворе дотримання термінів швидкої реалізації кулінарних виробів і страв з м'яса, молока, риби для запобігання проростання спор і накопичення в продуктах активних вегетативних клітин.

Бактерії *Bacillus cereus* – аеробні палички роду *Bacillus*. Захворювання викликають лише два види даного роду: *B. antracis* – збудник сибірки і *B. cereus* – збудник харчових токсикоінфекцій.

B. cereus широко поширені в природі, основне середовище проживання – ґрунт також зустрічаються у воді, на рослинах і в багатьох видах продуктів. Це великі грам позитивні палички, стійкі в навколишньому середовищу через спороутворення. Оптимальна температура – 30-32 °С, мінімальна – 10-15 °С; може рости при концентрації солі 10-12 % і цукру – 6-8 %. Спори термостійкі: витримують нагрівання до 105-125 °С протягом 10 хв. і більше. Вегетативні форми гинуть при 60 °С протягом 30 хв. При зберіганні продуктів при 4-6 °С розмноження бактерій не відбувається. Затримують ріст *B. cereus* в продуктах концентрація солі понад 10 %, високий вміст жиру і цукру (понад 60 %).

Джерело зараження навколишнього середовища – люди і тварини. Шлях передачі – продукти рослинного і тваринного походження (смажена риба, свинина, ліверна ковбаса, копчені ковбаси, котлети, рубана свинина, молоко).

B. cereus – умовно-патогенний мікроорганізм, тому що для розвитку харчового отруєння важливий кількісний фактор (більше 10^5 - 10^6 КУО / г).

Токсична дія на організм людини створюють екзотоксини, що виділяються *B. cereus*. Інкубаційний період – 4-16 годин. Захворювання починається гостро: нудота, рідко блювота. Колікоподібний біль в животі, діарея до 10-20 разів на добу, температура нормальна або злегка підвищена. Тривалість захворювання – до 2 діб. При важкій формі хвороби можлива загальна інтоксикація організму.

Сальмонельоз серед харчових бактеріальних отруєнь займають перше місце. Бактерії роду *Salmonella* належать до групи патогенних кишкових бактерій. Це грам негативні, короткі палички, активно рухаються за допомогою перитрихіальних джгутиків. Є і нерухомі форми, не утворюють спор, факультативні анаероби. Відомо більше 2200 антигенних варіантів, але більше 90 % сальмонельозів викликають типи *S. typhimurium* – 60 % хвороб, *S. enteritidis* – 20 %, *S. cholerae suis* – 4,5 %.

Сальмонели добре переносять низькі температури: при 0 °С – живуть 142 дні, при кімнатній температурі активно розмножуються і зберігаються в харчових продуктах: в солоному м'ясі (12–19 % солі) – до 3 міс., молоці – до 40 днів, вершковому маслі – до 90 днів, курячих яйцях – до 3 тижнів, плодах і овочах – до 2 тижнів.

Вони добре переносять кип'ятіння, великі концентрації хлориду натрію, деяких кислот. Їх екзотоксини можуть тривалий час зберігатися після варіння м'яса. Характерно те, що в заражених продуктах не змінюються органолептичні властивості.

Головним джерелом зараження людей є хворі на сальмонельоз тварини і птахи: велика рогата худоба, свині, свійська птиця, водоплавна птиця. Також зараження може відбуватися від домашніх тварин (собак кішок, черепах) і хворих людей. Тобто сальмонельози відносяться до зооозно-антропоозних захворювань.

Основний шлях передачі інфекції – харчові продукти: м'ясо (як за життя тварин, так і після забою); м'ясопродукти (при порушенні технологічних режимів і санітарних умов виробництва і зберігання); молоко і молочні продукти; також відомий перехресний шлях – продукти стикаються з інфікованими продуктами

тваринного походження (салати з овочів, вінегрети тощо). При порушенні правил особистої гігієни персоналом харчових підприємств джерелом і фактором передачі можуть бути виділення хворих і бактеріоносіїв а також заражені ними продукти.

Ендотоксин, що виділяється при загибелі сальмонел, викликає комплекс харчової токсикоінфекції. Клінічні прояви: гострий гастроентерит або гастроентероколіт. Перебіг – від легкої форми до дуже важкої зі смертельними наслідками; інкубаційний період – 6-24 години, тривалість захворювання – 1-2 діб, рідше – 4-5 діб. Сальмонельоз може проходити по типу токсикоінфекції або як інфекційне захворювання.

Профілактика сальмонельозу базується на комплексних заходах, що включають суворе виконання регламентованих технологічних і санітарних режимів на всіх етапах обігу харчових продуктів, а також мікробіологічний контроль якості продовольчої сировини і харчових продуктів.

6.2.2 Токсикози (інтоксикації)

Харчові бактеріальні токсикози розвиваються в організмі людини як гостре захворювання, викликане вживанням продуктів харчування, які містять мікробні екзотоксини. При цьому живі мікробні клітини в продукті можуть бути відсутніми або виділятися в незначних кількостях.

Стафілококовий токсикоз. Серед мікробів-збудників харчових отруєнь стафілококи займають одне з перших місць. Від 20 до 40 % спалахів захворювань, пов'язаних з використанням харчових продуктів, є результатом стафілококового отруєння.

Харчові отруєння виникають в результаті накопичення в продуктах ентеротоксинів, які виділяють стафілококи, котрі розмножуються в продукті. Стафілококи – кулясті, грампозитивні бактерії, що діляться в декількох площинах.

Рід *Staphylococcus* включає 3 види: *Staph. aureus*, *Staph. epidermidis* і *Staph. saprophyticus*. Патогенні властивості характеризується переважно стафілококами виду *Staph. aureus* – «золотистий». Збудниками харчових токсикозів є штами, що виділяють **екзотоксин** – ентеротоксин, що вражає тонкий кишечник.

Основні джерела збудників – люди, що хворіють гнійничковими захворюваннями, і бактеріоносії. У людини патогенні стафілококи локалізуються на шкірі, слизовій носоглотки, кишечнику. Тому шляхи забруднення можуть бути різними: контактно-побутовими та повітряно-крапельними. Рідше джерелом зараження можуть бути тварини.

Стафілококи розмножуються при температурі 10-45 °С, оптимум – 35-37 °С. Клітини стафілококів гинуть при 70-80 °С протягом 10-30 хвилин нагрівання. У висушеному стані стафілококи зберігаються 6 місяців і більше, в замороженому – кілька років. Бактерицидними для стафілококів є багато органічних кислот, соляна кислота, хлорамін, які стійки до солей і цукру (необхідно солі понад 12 %, цукру – більше 60 %).

Біологічною особливістю стафілококів є виражений мікробний антагонізм, тому найбільш активно вони розмножуються в харчових продуктах, які пройшли теплову обробку, при якій основна мікрофлора сировини знищена або пригнічена в розвитку, а також в продуктах з високим вмістом солі і цукру.

Сприятливим середовищем для накопичення стафілококами ентеротоксину є м'ясо і м'ясопродукти, молоко і молочні продукти. У кисломолочних продуктах молочна кислота гальмує розмноження стафілококів. Оптимальним середовищем для розвитку стафілокока і токсинування є кондитерські вироби із заварним кремом при концентрації цукру нижче 50 %, в яких при температурі 36-37 °С ентеротоксин накопичується за 4 години. У м'ясному фарші, вареному м'ясі при оптимальній температурі (35-37 °С) ентеротоксин накопичується через 14-26 годин, в картопляному пюре і кашах – через 5-8 годин.

Ентеротоксини, що накопичилися в середовищі, більш стійкі до факторів зовнішнього середовища, ніж мікробні клітини, і зберігають свою активність в умовах, при яких розмноження стафілококів і токсинування пригнічується. Так, в нейтральному і слабокислому середовищі для повного руйнування ентеротоксинів необхідно 2-годинне кип'ятіння.

Таким чином стафілококові отруєння виникають, в основному, після вживання м'яса і м'ясних продуктів, кондитерських виробів із заварним кремом, картопляного пюре, пшеничної каші, макаронів «по-флотськи», солодких крохмальмісних підлив тощо в умовах підприємств харчування і в побуті. Профілактика включає:

- виявлення джерел забруднення харчових продуктів стафілококами;
- знезараження можливого шляху передачі збудника, в тому числі, забезпечення умов приготування, зберігання та реалізації харчових продуктів, при яких не утворюється ентеротоксин.

З цією метою санітарними правилами передбачені:

- відсторонення від роботи з харчовими продуктами осіб, хворих на гнійничкові захворювання;
- лікування працівників харчової промисловості – бактеріоносіїв стафілококів в верхніх дихальних шляхах;
- сезонне регламентування асортименту продукції (наприклад, заборона виробництва і реалізації кондитерських виробів із заварним кремом в літній період).

Ботулізм – бактеріальний токсикоз, часто зі смертельними наслідками, виникає при вживанні їжі, що містить токсин, вироблений бактеріями *Clostridium botulinum*. Токсин ботулізму розглядається як найбільш сильнодіюча отрута, що входить в арсенал бактеріологічної зброї. Свою назву ботулізм отримав від лат. «*Botulus*» – ковбаса, тому що перші спалахи цього захворювання були описані при вживанні кров'яних ковбас (1792 р., Німеччина).

Cl. botulinum – велика із закругленими кінцями паличка, малорухлива, має до 4-30 джгутиків, грампозитивна, утворює спори, анаероб. Розрізняють 7 серотипів – А, В, С, D, Е, F, G, які продукують екзотоксин (нейротоксин), який за силою дії перевищує всі відомі біологічні отрути. Найбільш токсичною дією

володіють серотипи А, В, Е. Ботуліновий токсин має білкове походження, він стійкий до дії протеолітичних ферментів і всмоктується організмом незміненим.

Ботулізм – саме важке харчове отруєння. За останні роки смертність від нього досягла 20 %. Інкубаційний період – 4-72 години. За цей час токсин всмоктується в кишечнику і досягає ЦНС, де фіксується отрута і викликає нервово-паралітичні симптоми ураження організму. При попаданні в ЦНС токсин не нейтралізується навіть антитоксичною сироваткою. Тільки своєчасна діагностика і введення противоботулінової сироватки можуть забезпечити одужання.

Cl. botulinum широко поширений в природі: спори знаходяться в ґрунті і воді. Джерело забруднення навколишнього середовища – люди, домашні та дикі тварини, птахи, риби, ракоподібні, в кишечнику яких знаходяться спори клостридій.

Оптимальна температура для зростання і розмноження – 20-37 °С, вегетативні клітини гинуть при нагріванні до 80 °С за 30 хвилин, але спори витримують кип'ятіння протягом 6 годин, при температурі 105 °С спори зберігаються 2 години, при температурі 120 °С – до 10 хвилин. При температурі 12-14 °С і нижче розмноження *Cl. botulinum* пригнічується, але вони витримують заморожування до -190 °С. Кисле середовище (рН 4,4-3,7) гальмує розвиток бактерій.

Екзотоксини *Cl. botulinum* термостійкі, які не гинуть при кип'ятінні протягом 10 хвилин, не гинуть в заморожених продуктах, стійкі до високих концентрацій солі, високій кислотності, зберігають активність в консервах до 6-8 місяців.

Зараження обумовлено фекаліями, що містять спори клостридій. Для масового проростання спор і виділення екзотоксинів необхідні анаеробні умови і певний час, тому ботулізм ніколи не виникає після вживання свіжоприготовлених страв. Найбільша кількість випадків ботулізму виникає при вживанні консервованих продуктів, які не підлягали термічній обробці перед вживанням, а саме: домашні мариновані гриби (30 % випадків), риба домашнього засолу і риба в'ялена (28 %), консервовані овочі та фрукти (20 %), сало (11 %), м'ясні консерви (10 %).

Органолептичні властивості продуктів, заражених *Cl. botulinum* і містять їх токсини, не завжди змінюються. Можливий запах згірклого масла, поява деформацій (бомбажа) консервних банок.

Профілактика включає:

- максимальне видалення спор клостридій з сировини, тобто ефективна первинна і термічна обробка сировини;
- попередження можливого розвитку спор, що залишилися в напівфабрикатах, і накопичення токсину.

Так, не рекомендується консервувати в домашніх умовах м'ясо, рибу, рослини і овочі, що ростуть в землі, гриби. Маринувати плоди і овочі необхідно при концентрації кислоти не менше 5-8 %. Консерви можна зберігати при кімнатній температурі. Знезаразити токсин ботулізму можна термічною обробкою

деяких консервованих продуктів перед вживанням. Санітарними правилами торгівлі продовольчими товарами забороняється реалізація консервів без лабораторного аналізу з ознаками бомбажа або підвищеним рівнем браку (більше 2 %) : негерметично закупореними кришками, деформаціями корпусу тощо.

Мікотоксикози. До харчових отруень цієї групи відносять як гострі. Так і хронічні захворювання, викликані вживанням продуктів, забруднених мікотоксинами – метаболітами мікроскопічних грибів.

Мікотоксини в організмі людини надають нейротоксичну дію, уражають печінку, нирки, серцево-судинну систему. Багато з них можуть змінювати генетичну інформацію, викликати каліцтва у потомства, стимулювати ріст злоякісних пухлин. Відомо більше 250 видів цвілевих грибів, які продукують близько 100 токсичних речовин.

Профілактика мікотоксикозів включає суворе дотримання правил переробки та зберігання харчової продукції, які попереджають розвиток мікроскопічних грибів і продукування мікотоксинів, а також їх знезараження. Разом з тим, найважливішим методом профілактики мікотоксикозів є санітарний контроль якості продовольчої сировини і харчових продуктів, при якому встановлюється відповідність змісту в них мікотоксинів чинним регламентам.

За медико-біологічними вимогами мікотоксини віднесені до групи критеріїв безпеки – «токсичні елементи», їх допустимий вміст в продуктах виражається гранично допустимою концентрацією (ГДК) в масі продукту. У продуктах дитячого і дієтичного харчування присутність мікотоксинів заборонено.

Найбільш токсигенними і поширеними в природі є афлатоксин, патулін, охратоксини, тріхотецени, ерготоксин і зеараленон (таблиця 6.1).

Таблиця 6.1– Мікотоксини та їх продуценти

Мікотоксин	Продуценти	Характер дії на організм	Продукти, що вражаються грибом
1	2	3	4
Афлотоксини	<i>Aspergillus flavus</i> , <i>Aspergillus parasiticus</i>	Ураження печінки, нирок, нервової системи, рак печінки, пригнічення імунітету	Зернові, олійні культури, боби, зерна какао, кави, кукурудза, горіхи, молоко, м'ясо, яйця
Патулін	<i>Penicillium expansum</i>	Злоякісні новоутворення, ураження печінки, серцево-судинної і нервової системи	Овочі, фрукти, ягоди та продукти їх переробки
Охратоксини	<i>Aspergillus ochraceus</i> <i>Penicillium viridicatum</i>	Захворювання нирок	Зернові, бобові, какао, кави, корми

Продовження таблиці 6.1.

1	2	3	4
Трихотецени	<i>Fusarium sporotrichoides</i>	Фузаріозотоксікози – ураження кровотворної системи, нервової (аліментарно-токсична алейкія, отруєння «п'яний хліб»)	Зернові, зернобобові, олійні культури
Зеараленон	<i>Penicillium</i> (різні види)	Мутагенна дія	Зернові. Олійні культури
Ерготоксини (алкалоїди рожков)	Рожок склероції – <i>Claviceps purpurea</i>	Ерготизм – ураження ЦНС, гладкої мускулатури і т. ін.	Зернові культури

Питання для самоконтролю:

1. Причини виникнення харчових захворювань (інфекцій, токсикоінфекцій і інтоксикацій) і заходи, які необхідні для їх попередження.
2. Що таке кишкові інфекції? Їх види, характеристика, збудники, шляхи інфікування харчових продуктів, профілактичні заходи.
3. Харчові отруєння. Типи і їх характеристика. Приклади. Роль харчових продуктів в їх виникненні.
4. Типи харчових захворювань і їх характеристика. Відмінність харчових інфекцій від харчових отруєнь.
5. Харчові інтоксикації і їх види. Характеристика збудників, шляху інфікування харчових продуктів.
6. Харчові інтоксикації, що викликаються стафілококами. Шляхи інфікування харчових продуктів. Умови, які сприяють розвитку і утворенню токсинів стафілококами в харчових продуктах. Профілактичні заходи.
7. Поняття про харчові токсикоінфекції. Їх види. Відмінності інтоксикацій від харчових інфекцій.
8. Сальмонельози. Їх характеристика. Основні збудники. Умови розвитку в харчових продуктах. Причини виникнення. Профілактичні заходи.
9. Бактерії групи кишкової палички. Їх характеристика. Оптимальні умови розвитку. Здатність викликати харчові отруєння.
10. Залишкова мікрофлора баночних консервів, її походження і значення в зміні якості продукції. Баночні консерви як можливі джерела харчових отруєнь.
11. Вплив чинників зовнішнього середовища на інтенсивність розвитку мікроорганізмів в кулінарній продукції. Заходи запобігання кулінарної продукції від інфікування мікроорганізмами.
12. Які заходи по ліквідації джерел і умов забруднення сапрофітною і патогенною мікрофлорою харчових продуктів?

Тестові завдання:

1. Умовно-патогенні збудники харчових захворювань

- A. дизентерійна паличка
- B. кишкова паличка
- C. протей
- D. паличка ботулізму

2. Профілактичні заходи, спрямовані на шляхи передачі харчової інфекції

- A. дотримання санітарно-гігієнічного режиму зберігання харчових продуктів
- B. боротьба з мухами
- C. вакцинація населення
- D. ізоляція хворих

3. Головне джерело збудників стафілококових токсинів

- A. людина
- B. тварина
- C. їжа
- D. рослини

4. Хвороба “брудних рук”

- A. холера
- B. сибірка
- C. дизентерія
- D. туберкульоз

5. Найсприятливіше середовище для розмноження стафілококу

- A. кондитерські вироби із заварним кремом
- B. яйця качок
- C. м'ясо птиці
- D. молочнокислі продукти

Складено на основі конспекту лекцій Мікробіологія і товарознавство (1частина – Мікробіологія) [Текст] : курс лекцій / М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, каф. технології в ресторанному господарстві та готельної і ресторанної справи; О.О. Сімакова, В.О. Глушко – Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2017. – 69 с.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Капрельянц Л. В., Пилипенко Л. М., Єгорова А. В. Мікробіологія харчових виробництв. Навчальний посібник. Херсон : 2016. С. 468. 323.
2. Коваленко Т. М., Пінчук Н. В., Вергелес П. М. Мікробіологія та вірусологія: навч. посіб. За ред. Пінчук Н. В. Вінниця : ВНАУ, 2020. С. 346.
3. Грегірчак Н. М., Тетеріна С. М., Нечипор Т. М. Мікробіологія, санітарія і гігієна виробництв з основами НАССР: навч. посібн. К.: НУХТ, 2018. С. 274.
4. Грегірчак Н. М. Мікробіологія харчових виробництв: навч. посіб. К. : НУХТ, 2009. С. 302.
5. Мікробіологічні критерії для встановлення показників безпечності харчових продуктів. Затв. МОЗ України 19.07.2012, № 548.
6. Бабенюк Ю. Д., Антипчук А. Ф. Мікробіологія. К. : Університет «Україна», 2010. 149 с. [електронний ресурс]; режим доступу: <http://buklib.net/>
7. Грегірчак Н. М. Санітарно-гігієнічний контроль виробництв. Конспект лекцій. Київ: НУХТ, 2011. 175 с. [електронний ресурс]; режим доступу: <http://buklib.net/>
8. Коваленко В. О., Євлаш В. В., Чернова Л. О. Мікробіологія молока і молочних продуктів: навчальний посібник. Харк. держ. ун-т харч. та торгівлі. Харків: ХДУХТ, 2011. С. 136.
9. Мікробіологія та фізіологія харчування / [Малигіна В. Д., Ракша-Слюсарєва О. А., Ракова В. П. та ін.]. К. : Кондор, 2009. 242 с. [електронний ресурс]; режим доступу: <http://buklib.net/>
10. Пирог Т. П., Решетняк Л. Р., Поводзинський В. М., Грегірчак Н. М. Мікробіологія харчових виробництв. Вінниця : Нова книга, 2007. 463 с.
11. Пількевич Н. Б., Боярчук О. Д. Мікробіологія харчових продуктів. Навчальний посібник. Луганськ: «Альма-матер», 2008. 152 с.
12. Рудавська Г. Б. Санітарно-гігієнічна експертиза товарів. К. : Київ.нац. торг.-екон. ун-т, 2003. 409 с. [електронний ресурс]; режим доступу: <http://buklib.net/>
13. П'ятницька Г. Т., П'ятницька Н. О. Інноваційні ресторани технології: основи теорії : навч. посіб. К.:Кондор, 2013. 250 с.
14. ДСанПіН 2.2.4-171-10 «Гігієнічні вимоги до води питної, призначеної для споживання людиною». Затв. МОЗ України 12.05.2010, № 400.
15. Мікробіологічні критерії для встановлення показників безпечності харчових продуктів. Затв. МОЗ України 19.07.2012, № 548.
16. Державні гігієнічні правила і норми «Регламент максимальних рівнівокремих забруднюючих речовин у харчових продуктах». Затв. МОЗ України 13.05.2013, № 368.
17. Імунологія: підручник. Кузнецова Л. В., Бабаджян В. Д., Харченко Н. В. Вінниця, 2013. 565 с. <https://nmapo.edu.ua/images/FakTer/KafKlimAle/Imunologiy.pdf>
18. Клінічна імунологія та алергологія: посібник для практичних занять. В. В. Чоп'як, Г. О. Потьомкіна, А. М. Гаврилюк. Медицина, 2017. 224 с.

19. Клінічна та лабораторна імунологія. Кузнецова Л. В., Бабаджан В. Д., Фролов В. М. Київ, Поліграф-плюс, 2012. 992 с.
<https://nmapo.edu.ua/images/FakTer/KafKlimAle/KlinihLaborImunolog.pdf>
20. Клінічна імунологія. Алергологія. Інфектологія. Електронний журнал для лікарів-практиків. Виходить 8 разів на рік. <https://kiai.com.ua>
21. Мікробіологічні критерії для встановлення показників безпеки харчових продуктів. Затв. МОЗ України 19.07.2012, № 548.
22. Мікробіологія і товарознавство : метод. рек. до вивч. дисц. / М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, каф. технологій в рест. госп., гот.-рест. справи та підпр-ва ; О. О. Сімакова, Кривий Ріг : ДонНУЕТ, 2022. 44 с.
23. Мікробіологія і товарознавство (1 частина – Мікробіологія) : курс лекцій / М-во освіти і науки України, Донец. нац. ун-т економіки і торгівлі ім. М. Туган-Барановського, каф. технології в ресторанному господарстві та готельної і ресторанної справи; О.О. Сімакова, В.О. Глушко, Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2017. 69 с.

Навчальне видання

Сімакова Ольга Олександрівна

Кафедра технологій в ресторанному господарстві,
готельно-ресторанної справи та підприємництва

МІКРОБІОЛОГІЯ І ТОВАРОЗНАВСТВО
(частина 1 - Мікробіологія)

Навчальний посібник

Рівень бакалавр

Формат 60×84/8. Ум. др. арк. 5.

Донецький національний університет
економіки і торгівлі
імені Михайла Туган-Барановського
50042, Дніпропетровська обл.,
м. Кривий Ріг, вул. Курчатова, 13.
Свідоцтво суб'єкта видавничої
справи ДК № 4929 від 07.07.2015 р.