

Міністерство освіти і науки України
Мукачівський державний університет



КОНСПЕКТ ЛЕКЦІЙ

з дисципліни «**МІКРОБІОЛОГІЯ**»

Частина I

для здобувачів вищої освіти
першого (бакалаврського) рівня
спеціальностей 015 «Професійна освіта», 014 «Середня освіта
(Природничі науки) 241 «Готельно-ресторанна справа», 027 "Музеєзнавство,
пам'яткознавство"

Мукачево
МДУ 2022

УДК 579.64 (075.8)

*Розглянуто та рекомендовано до друку науково-методичною радою Мукачівського державного університету
протокол №12 від 22.08.2022 р.*

*Розглянуто та схвалено на засіданні кафедри інженерії, технологій та професійної освіти
протокол № 13 від 27.06.2022 р.*

Укладач:

Молнар – Бабіля Д.І. – к.х.н. доцент, доцент кафедри готельно-ресторанної та музейної справи Мукачівського державного університету

Рецензент:

П'ятка Н.С. - к.е.н., ст.викл. кафедри географії та суспільних дисциплін Мукачівського державного університету

М-59

Мікробіологія: Конспект лекцій з дисципліни Частина I для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальностей 241 «Готельно-ресторанна справа», 027 "Музеєзнавство, пам'яткознавство" ОС "Бакалавр".

Мукачево / Укладач. Молнар-Бабіля Д.І. -Мукачево: МДУ, 2022 . – 38 с. 1,95д.а

Анотація.

Конспект лекцій відповідає робочій програмі дисципліни «Мікробіологія», яка вивчається здобувачами вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальностей 241 «Готельно-ресторанна справа», 027 "Музеєзнавство, пам'яткознавство" ОС "Бакалавр". Розглянуто значення мікроорганізмів у розвитку патологічних процесів вироблення імунітету при інфекційних захворюваннях людини, тварин, рослин, у розробці ефективних засобів профілактики та боротьби з шкідливими мікробами.

© МДУ, 2022

ЗМІСТ

Вступ		4
Структура навчальної дисципліни		4
Лекція 1	Вступна лекція	4
Лекція 2	Фізіологія мікроорганізмів	15
Лекція 3	Вплив факторів зовнішнього середовища на мікроорганізми	22
Лекція 4	Генетика мікроорганізмів	27
Лекція 5	Екологія мікроорганізмів	31
	Список використаної літератури	37

ВСТУП

Мікробіологія води вивчає екологію мікроорганізмів, що живуть у воді, вплив різних токсикантів на мікроорганізми та гідробіонти, мікробіологічне забруднення водою, морфологію та фізіологію всіх представників мікросвіту (бактерії, гриби, найпростіші, віруси). За своєю суттю мікробіологія води є фундаментальною наукою для фахівців у сфері очищення води.

Ці методичні рекомендації містять теоретичні засади курсу, що вивчає різноманітність мікроорганізмів, їх місце в еволюції, морфологію, основні фізіологічні та біохімічні властивості, а також допомагають самостійно виконувати завдання та відповідати на запитання під час поглибленого вивчення курсу.

Особлива увага приділяється питанням поширення мікроорганізмів у біосфері, їх ролі в колообігу речовин у природі, участі в процесах самоочищення природного середовища від техногенних факторів.

Крім набуття теоретичних знань із мікробіології майбутні фахівці мають брати участь у лабораторно-практичних заняттях. Отже, мета лекційних занять поглибити знання теоретичного матеріалу, навчитися розпізнавати окремі групи й види мікроорганізмів, придбати необхідні вміння та навички щодо визначення за мікробіологічними показниками безпеки питної води й санітарно-гігієнічного стану очисних та інших споруд.

Під час підготовки до занять студенти повинні ретельно вивчити теоретичний матеріал відповідно до конспектів лекцій та літературних джерелами.

СТРУКТУРА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Дисципліна «Мікробіологія» викладається для здобувачів вищої освіти першого (бакалаврського) рівня спеціальностей спеціальностей 241 «Готельно-ресторанна справа», 027 "Музеєзнавство, пам'яткознавство" ОС "Бакалавр" " обсяг – 5 кредитів 150 год. Складається з лекцій (28 год), лабораторних робіт (16 год), практичних робіт (14 год) та самостійної роботи (92 год). Вид контролю - залік.

ВСТУПНА ЛЕКЦІЯ

1. Поняття про мікробіологію як науку
2. Історія розвитку мікробіології
3. Зв'язок мікробіології з іншими науками
4. Значення мікробіології в зоотехнічній практиці
5. Морфологія і будова мікроорганізмів

Ключові слова: мікробіологія, зоотехнічна практика, морфологія і будова

мікроорганізмів

1. **Поняття про мікробіологію як науку**

Мікробіологія (грец. *micro* – малий, *bios* – життя, *logos* - вчення) – наука про дивовижний світ найдрібніших, невидимих неозброєним оком живих істот – мікроорганізмів, або мікробів. Мікробіологія вивчає морфологію, систематику, фізіологію, біохімію, генетику, екологію мікробів, їх роль у кругообігу речовин у природі, підвищенні родючості ґрунту, забезпеченні високої якості кормів та продуктів харчування. Вона досліджує значення мікроорганізмів у розвитку патологічних процесів вироблення імунітету при інфекційних захворюваннях людини, тварин, рослин, у розробці ефективних засобів профілактики та боротьби з шкідливими мікробами – збудниками хвороб. Мікробіологія розглядає питання щодо застосування корисних мікроорганізмів у медицині, ветеринарії, кормо- виробництві, інших галузях сільського господарства, промисловості, охороні навколишнього середовища.[1]

Мікроорганізми є у ґрунті, повітрі, воді, тваринних та рослинних організмах, кормах, предметах побуту, навіть у льодах Крайньої Півночі, вершинах Паміру, Евересту, пустелях, глибинах морів та океанів, гарячих джерелах з температурою близько 100°C та в космосі. Вони засвоюють і змінюють поживні субстрати, органічні та мінеральні сполуки, беруть участь у створенні і руйнуванні гірських порід, накопиченні покладів вугілля, залізної, марганцевої та сірчаної руд, селітри, нафти, газу та інших копалин. Нещодавно відкрито мікроби, що засвоюють парафін, метан, гуму, капрон, гудрон, уранові солі, окислюють золото, розмножуються в сірчаній кислоті, виробляють важку воду.

Особливістю мікроорганізмів змінювати хімічний склад середовища, в якому вони знаходяться, людство користувалось протягом тисячоліть, не маючи уявлення про їх існування. Слід згадати про одержання спирту, алкогольних напоїв, молочнокислих продуктів, дріжджового тіста, процеси силосування кормів, розщеплення клітковини в природі і рубці жуйних тварин та інші прояви життєдіяльності мікроорганізмів. [1]

Шкідливу хвороботворну дію мікробів люди не раз відчували на собі задовго до відкриття мікроскопічних збудників, «зараз», які спустошували селища, міста і навіть країни. Винуватці страшних хвороб проникали в обложнені завойовниками фортеці, супроводжували армії переможців, ховалися в ганчір'ї бідняків, які рятувалися від голоду, вражої навали, збудники епідемій перепливали океани в трюмах пароплавів, перебиралися через неосяжні піски пустель разом з караванами, гніздилися в ковдрах та шовкових тканинах купців і мандрівників.

Сучасні досягнення вітчизняної мікробіології сягають корінням у минуле. Творча спадщина видатних мікробіологів різних країн світу пройнята яскравою самовідданою працею, наполегливістю, самопожертвою в досягненні мети, сміливими творчими дерзаннями, безмежною любов'ю до батьківщини, народу, має велику цінність і в наші дні. [1]

Мікробіологія – наука інтернаціональна. Серед славетної плеяди – імена

Л. Пастера, Р. Коха, Д. К. Заболотного, І. І. Мечникова, М. Ф. Гамалії, Д. Й. Івановського, С.М. Виноградського, В. Л. Омелянського, Б. Л. Ісаченка, М. Г. Холодного, А. А. Ячевського та багатьох інших. Дослідження видатних російських і українських вчених лікарів С. П. Боткіна, М. І. Пирогова, Г. М. Мінха, А. Хавкіна, І. Й. Мочутківського, сучасних мікробіологів В. І. Білай, М. М. Підоплічка, М. М. Ротмістрова, Л. І. Рубенчика є цінним внеском у розвиток науки про діяльність мікроорганізмів. Вчені не тільки вивчили збудників різних захворювань людини, тварин та рослин, їх властивості, способи взаємодії і життя в природі, але й з'ясували шляхи захисту організму від інфекції, розробили ефективні методи запобігання й лікування багатьох хвороб. Як підтвердження цього в 1980 р. Всесвітня організація охорони здоров'я (ВООЗ) проголосила про ліквідацію на планеті Земля захворювань людини на віспу.

2.

Історія розвитку мікробіології

Перші ґрунтовні відомості про світ невидимих належать голландському натуралістові Антоні ван Левенгуку (1632-1723). Виготовлені ним лупи забезпечували збільшення об'єктів, що розглядалися, у 150-300 разів. А. Левенгук побачив дрібненькі тварини, що швидко рухались, мали сферичну (коки), циліндричну (палички), спіральну (вібріони, спірили, спірохети) форму і не вміщувалися в рамки тодішньої систематики рослинного та тваринного світу. Видатний шведський натураліст XVIII ст. Карл Лінней, не знаючи, що робити з цим новим, нескінченно дрібним і різноманітним «народцем», об'єднав їх в один рід «хаос», вирішивши, що людство з часом наведе порядок-у цьому безладді». І він не помилився.[2]

Свої спостереження А. Левенгук описав у 120 листах, які адресував Лондонському королівському товариству. Згодом він видав книгу «Таємниці природи, відкриті А. Левенгуком за допомогою мікроскопа» (1696).

З ім'ям А. Левенгука розпочався перший період у розвитку науки про світ невидимок, який одержав назву морфологічного. Однак хоча після праць А. Левенгука інтерес до вивчення мікроорганізмів значно посилювався, таємниця розмноження, живлення, дихання мікробів та їх значення в житті людини і природи ще довго лишалася нерозгаданою. [2]

Дослідження А. Левенгука і його сучасників підготували наступний період в мікробіології, який увійшов в історію науки як експериментальний і відзначився, насамперед, роботами російського вченого Мартина Тереховського (1740—1796). У 1775 р. він захистив у Страсбурзі докторську дисертацію на тему: «О наливочном хаосе К. Линнея», в якій висловив думку про живу природу мікробів і вперше експериментально довів різноманітний вплив на них хімічних та фізичних факторів (кислот, лугів, температури, вологості, кисню, світла, електричного струму). Результати цих дослідів було підтверджено в працях лікаря Данили Самійловича (1744-1805), який, виходячи із переконання, що збудник будь-якої хвороби – жива істота, вперше розробив ефективні засоби боротьби з епідемією чуми у Москві в 1770-1772 рр. За успіхи у дослідженні «чорної смерті» Самійловича було обрано членом 12 іноземних академій.

Визначні досягнення мікробіології у другій половині XIX ст. значною мірою зумовлені блискучим талантом і самовідданою працею великого французького вченого Луї Пастера (1822-1895), відкриття якого поклали початок ф і з і о л о г і ч н о м у періоду не тільки в розвитку мікробіології, але і біології взагалі. Характер та обсяг наукової діяльності Л. Пастера віддзеркалює перелік питань, якими займався і які успішно розв'язував вчений. На меморіальній дошці, встановленій на будинку Інституту мікробіології в Парижі, що носить ім'я Л. Пастера, написано: [2]

Тут була лабораторія Пастера. 1875 р.– Бродіння. 1860 р.– Самозародження. 1865 р.– Хвороби вина і пива. 1868 р.– Хвороби шовкопрядів. 1881 р.– Зараза і вакцини. 1895 р.– Запобігання сказу.

Хімік за фахом, мікробіолог за покликанням, Л. Пастер лише через два століття після відкриття А. Левенгуком мікросвіту розкрив роль мікробів у процесах бродіння, гниття, виникненні хвороб людини та тварин. Він увійшов у науку як засновник технічної, медичної, ветеринарної мікробіології, засновник бактеріології. Пастер відкрив збудників сибірки, холери курей, бешихи свиней та ін. Вперше в світі Л. Пастер розробив вакцини проти найбільш загрозливих інфекцій, відкрив анаеробіоз, запропонував метод термічної обробки продуктів харчування, кормів – пастеризацію, виявив антагонізм у мікробів і довів широкі можливості використання цього явища для потреб людини. Вінцем досліджень Л.Пастера була перемога над страшною хворобою – сказом. Даючи оцінку роботам Л. Пастера, російський вчений К. А. Тімірязєв писав: «Якщо коли-небудь слова – вдячне людство своєму визволителю – не було риторичною фразою, то тільки на могилі Пастера». Наслідки досліджень Л. Пастера захопили багатьох його послідовників і спонукали їх до пошуків хвороботворних мікробів. Було відкрито збудників туберкульозу, холери, чуми, черевного та висипного тифів, дифтерії, дизентерії, гонореї, сифілісу та багатьох інших інфекцій. [2]

З імені відомого німецького вченого Р. Коха (1843-1910) починається едичний період в історії мікробіології. Р. Кох заклав основи сучасної методичної мікробіологічної науки, він уперше застосував щільні живильні середовища для культивування мікроорганізмів, виділив у чисту культуру збудників холери, туберкульозу, сибірки, розробив прийоми диференціації патогенних мікробів, запропонував методи мікрофотографії. У 1982 р. виповнилося 100 років від часу відкриття Кохом (палички Коха), за яке він одержав Нобелівську премію в галузі медицини (1905).

У створенні вітчизняної мікробіології важлива роль належить М. Ф. Гамалії (1859-1949), який працював у Пастерівському інституті. Ним розроблено теорію вакцинації проти сказу із врахуванням тривалості інкубаційного періоду. Перша Пастерівська станція, яку він організував у Одесі, стала центром мікробіологічної науки. М. Ф. Гамалія вивчав і розробляв засоби боротьби з дифтерією, чумою, холерою, висипним тифом, грипом тощо. Він відкрив феномен бактеріофагії, створив хімічні вакцини. [2]

У розвиток вчення про інфекцію та імунітет вагомий внесок внесли С. Л. Ценковський, І. І. Мечников, А. М. Безредка, Л. А. Тарасевич, Д. К. Заболотний

таін.

С. Л. Ценковський (1822-1887) вперше в Росії розробив вакцину проти сибірки, описав 43 нових види протестів, відкрив лейконостока, що перетворює цукрову пасту в гель.

І. І. Мечников (1845-1916) відкрив в організмах людини і тварин рухливі клітини, здатні активно захоплювати мікроорганізми, частки органічного походження і перетравлювати їх. Ці рухливі клітини вчений назвав фагоцитами (грец. phagos – пожирач, cytis – клітина). Протягом 25 років І. І. Мечников вивчав явище фагоцитозу. Вчений мав багато прихильників, в тому числі Л. Пастера, який писав: «Я зразу став на Ваш бік, бо давно був вражений видовищем боротьби між різними мікроскопічними істотами, яке мені доводилося спостерігати. Я думаю, що Ви потрапили на вірний шлях». Це визнання великою мірою визначило долю І. І. Мечникова. На запрошення Пастера він приїхав для продовження своїх досліджень в Париж, де й працював з 1888 р. до кінця життя. Життєвими виявилися багато інших досліджень І. І. Мечникова, зокрема вивчення механізмів старіння організму. Його ідея використання антагоністів у боротьбі зі збудниками захворювань розвинулась у галузь знання, що сприяє врятуванню людства від заразних хвороб. За дослідження збудника холери на собі І. І. Мечников був удостоєний Нобелівської премії (1908). [2]

Страшна епідемія чуми спалахнула в 1910-1911 рр. у Маньчжурії, де 44 тис. хворих на легеневу форму загинуло за 4 міс. Члени експедиції на чолі з Д. К. Заболотним з'ясували, що захворювання місцевого населення пов'язані з полюванням на гризунів (тарбаганів). Аналогічні закономірності в розповсюдженні хвороби було виявлено на берегах Волги, коли з трупів ховрахів, загиблих від чуми, було вилучено збудника і доведено його хвороботворну властивість для людини. Це дало можливість Д. К. Заболотному накреслити і здійснити заходи боротьби із носіями найлютішої хвороби. Праці Д. К. Заболотного з вивчення чуми – «Чума, епидемиологія, патогенез и профилактика», «Чума Астраханского края», «Чума в Одессе 1902-1910 гг.», «Легочная чума в Маньчжурии 1910-1911 гг.» – і тепер вважаються найповнішими й найціннішими посібниками з цього питання. З ініціативи Д. К. Заболотного на півдні Росії вперше було відкрито протичумні станції. Він є одним з перших організаторів боротьби з холерою та іншими інфекціями (дифтерією, сифілісом). Д. К. Заболотний рішуче застосовує лікування імунними сироватками крові і на собі випробує їх ефективність. [2]

Розкрити нову таємницю мікросвіту виявилось під силу лише за допомогою електронного мікроскопа. У 1898 р. відкриття Д. И. Ивановського було підтверджено голландським мікробіологом М. Бейєринком. Невдовзі Ф. Леффлері Ф. Фрош виявили вірус ящура, а в 1901 р. англійські вчені У. Рід та Д. Керроль відкрили вірус жовтої гарячки. Потім були описані збудники сказу, віспи, поліомієліту, кліщового енцефаліту. Д. Й. Ивановський є засновником нової науки – вірусології.

Відмічаючи значення робіт Д. И. Ивановського відомий американський

вірусолог У. Стенлі писав: «Право Д. Й. Івановського росте з роками. Я вважаю, що його відношення до вірусів треба розглядати в тому самому світлі, як і відношення Л. Пастера та Р. Коха до бактерій». Ім'я Д. й. Івановського присвоєно Інституту вірусології Російської академії медичних наук, встановлено також премію ім. Д. И. Івановського, якою нагороджуються науковці за кращі праці з вірусології.

Різноманітність прояву хімічних перетворень, зумовлених життєдіяльністю мікроорганізмів, досліджував український мікробіолог М. Г. Холодний (1882- 1953), який протягом 40 років очолював кафедру мікробіології Київського університету ім. Тараса Шевченка. Свої перші спостереження вчений провів в районі Старосілля у плавнях Дніпра. Вони стали поштовхом до подальшого вивчення мікробів-автотрофів різних водойм та інших природних джерел. Зокрема, в ґрунті Голосіївського лісу М. Г. Холодний виявив нові види мікроорганізмів та підрахував їх кількість.

В. Л. Омелянський (1867-1928) першим вивчив процес розкладу клітковини у природі. Він блискуче підтвердив дивну хімічну спеціалізацію окремих видів мікробів: одні розкладають переважно целюлозу, інші – пектинові речовини, в той час як луб'яні волокна залишаються незмінними. Дані цих досліджень є базою правильної організації мочіння і обробки прядильних рослин. Підручник В. Л. Омелянського «Основи мікробіології» (1931) – неперевершена праця, яка й досі залишається джерелом творчого натхнення для сучасних і майбутніх поколінь фахівців-мікробіологів. [2]

Відомості про світ мікроорганізмів значно розширилися відкриттям Б. Л. Ісаченко (1871-1948), який встановив, що в морях і навіть Північному Льодовитому океані живе величезна кількість різних мікроорганізмів, які за низьких температур здійснюють такі ж самі процеси руйнування і синтезу речовин, як і на суші. Ім'ям Б. Л. Ісаченка названо один з островів у Карському морі, а також багато видів мікроорганізмів і рослин.

В. Й. Білай (1908-1994) назвала «світом невидимих титанів» непомітні для неозброєного ока живі істоти, які населяють суходіл і води, повітря та надра нашої планети. Все її життя було присвячено вивченню життєдіяльності мікроскопічних грибів, що пошкоджують рослини лід час вегетації, а також продукти харчування і корми, накопичуючи в них мікотоксини, що спричиняють отруєння людини на тварин.

3. Зв'язок мікробіології з іншими науками

Світ невидимих – світ ворогів, але ще більшою мірою – світ чисельних друзів людини. Заманливі перспективи відкривають дослідження вчених у застосуванні мікроорганізмів у сільському господарстві і промисловості. Різні види бактеріальних добрив, безліч біологічних засобів боротьби із шкідниками врожаю, препарати антибіотиків, вітамінів, ферментів, гормонів, токсинів, стимуляторів та інгібіторів росту, органічні кислоти, амінокислоти, вакцини, діагностикуми та ін.– ось далеко не повний перелік здобутків мікробіології. В надрах сучасної науки про мікроби утворилися такі нові її галузі, як епідеміологія, епізоотологія, мікологія, альгологія, протистологія, вчення про

антибіотики та ін. Виникли вірусологія, молекулярна біологія, біоінженерія. Мікробіологія значно збагатила сучасну біологію. Вперше на мікробіологічних об'єктах встановлено роль дезоксирибонуклеїнової кислоти в передачі спадкових властивостей. [2]

Сьогодні без виробництва антибіотиків не можна уявити дальшого розвитку народного господарства, охорони здоров'я, важливих досліджень, спрямованих на розв'язування фундаментальних загально біологічних проблем. Всьому світові відомо відкриття пеніциліну англійським вченим О. Флемінгом. В нашій країні пеніцилін вперше було одержано З. В. Єрмольєвою.

Все більшу увагу привертають до себе мікроорганізми у зв'язку з новим напрямком в молекулярній біології – генній інженерії, яка займається конструюванням, вилученням і пересадкою генів з одних мікробних клітин в інші. Внаслідок клітина-реципієнт набуває нових властивостей, які потім використовуються в медицині та інших галузях господарчої діяльності людини. Наприклад, із тваринного організму в геном кишкової палички перенесено ген, що синтезує інсулін – білковий гормон, який зменшує вміст цукру в крові і застосовується для лікування цукрового діабету. В мікроорганізми пересаджено також ген, що відповідає за синтез інтерферону – неспецифічного фактора протівірусного імунітету. Його використовують для профілактики респіраційних вірусних інфекцій (грипу тощо).

Мікробна клітина здатна виконувати найскладніші біохімічні процеси у найкоротші строки і надто економічно. Мікроби можуть бути не тільки причиною інфекцій, але й засобом їх лікування. Вакцини – біологічні препарати, що застосовують для профілактики хвороб, складаються з мікроорганізмів та продуктів їх життєдіяльності. Невипадково Л. Пастер писав: «Мікроби безмірно малі істоти, які виконують в природі безмірно велику роль». Без знань основ мікробіології зооінженер не зможе провести ветеринарно-санітарну експертизу кормів, молока, м'яса, яєць, шкіряно-хутряної сировини, вовни тощо, дати епізоотологічну характеристику ґрунту, повітря, води, науково-обґрунтувати норми утримання, годівлі сільськогосподарських тварин, правильно застосувати вплив факторів навколишнього середовища, лікувальних препаратів з метою послаблення дії хвороботворних мікроорганізмів та підвищення імунної резистентності тваринного організму.

Зооінженерна мікробіологія вивчає будову, фізіологію мікроорганізмів, процеси, що відбуваються в результаті їх життєдіяльності, поширення в природі, значення в житті людини та тварин, а також збудники захворювань, методи діагностики, профілактики та боротьби з ними. [2]

4. **Морфологія і будова мікроорганізмів**

Мікроорганізми – це одноклітинні організми – бактерії, актиноміцети, дріжджі, водорості, найпростіші (Protozoa); багатоклітинні міцеліальні (нитчасті) гриби; неклітинні, або з неригідною клітинною оболонкою — мікоплазми, віруси.

Бактерії – одноклітинні мікроорганізми, які не мають чітко відокремленого ядра (прокаріоти), без хлорофілу, розмножуються простим

поділом, мають клітинну оболонку, що не містить в собі клітковину. Їх відомо понад 1700 видів, розмір переважної більшості бактерій – від 0,2 до 10,0 мкм. Але серед них є і «гіганти», наприклад, сіркобактерії, які досягають 50 мкм завширшки і до 1 см завдовжки.

За зовнішніми ознаками бактерії поділяють на три основні групи: кулясті (коки), паличкоподібні (циліндричні) і звивисті (спіралеподібні) (вібріони, спірили, спірохети).

Серед кулястих бактерій здебільшого діаметром 1-2 мкм залежно від кількості клітин та місця розташування перетинки розрізняють 6 груп (родів): коки (грец. kokkos – зерно) – поодинокі, безладно розміщені клітини; диплококи – клітини, зібрані вкупі по дві; тетракоки – по чотири; сарцини – в пакетах по 8-16 клітин (це результат поділу клітин відповідно у двох і трьох взаємно перпендикулярних площинах); стафілококи – скупчення клітин, що нагадує гроно винограду, стрептококи – ланцюжки клітин, що зберігають зв'язок між собою (від 3 до 20 і більше клітин).

Окремі види коків поширені у ґрунті, воді, повітрі, є збудниками захворювань. Це пневмо-, менінго-, стафілококи, а також види, що викликають молочнокисле бродіння.

Паличкоподібні (циліндричні) форми поділяють на бактерії, які не утворюють спор (*Bacterium*), та бацили (*Bacillum*), що формують спори. Здебільшого вони мають циліндричну форму. Кінці паличок можуть бути заокругленими, гострими або обрубаними. [2]

За аналогією з кулястими формами бактерій розрізняють диплобактерії і диплобацили (сполучення двох паличок по довжині); стрептобактерії та стрептобацили (ланцюжки паличок) – наприклад, збудник сибірки; мікобактерії (дають паростки і розгалуження) – збудник туберкульозу; коринебактерії (мають булавоподібні потовщення на кінцях та особливі зернисті включення) – збудник псевдотуберкульозу.

Іноді зустрічаються дуже дрібні палички (0,2 мкм), які важко відрізнити від витягнутих коків. Їх називають коко-бактеріями. Тетрад і пакетів паличкоподібні бактерії не утворюють, бо вони діляться в одній площині, перпендикулярно до поздовжньої осі. – Термін «бактерії» – збірний, під ним розуміють цілий клас мікробів, куди, входять кулясті, паличкоподібні, спіральні форми або тільки паличкоподібні бактерії (спороутворюючі і ті, що спор не утворюють). До бактерій відносять також мікобактерії, що мають складні цикли розвитку. Серед паличкоподібних бактерій багато збудників хвороб – бруцельозу, сибірки, правця, кишкових захворювань та ін.

Звивисті (спіралеподібні) форми бактерій об'єднують за ступенем звитості мікробної клітини в три групи залежно від будови, розміру, кількості та характеру обертів завитків клітини.

Вібріони (*Vibrio*) – завиткоподібні бактерії у вигляді коми; вони загнуті приблизно на 1/4 частину своєї довжини. Це збудник холери людини *Vibrio cholerae asiatica*, сапрофітні форми *Vibrio Metschnikovi*.

Спірили (*Spirillum*) – штопороподібні клітини, що мають до п'яти обертів спіралі. До них відносяться сіркові бактерії, які поширені у водоймах. [2]

Спірохети (*Spirochaetae*) – довгі та тонкі звивисті клітини з аксіальною віссю або стрижнем, навколо якого гвинтоподібно обернена цитоплазма. До спірохет відносяться сапрофітні види (*Spirochaetae dentina* – зубна спірохета) і патогенні (*Spirochaetae pallidum* – збудник сифілісу).

Простекобактерії – відкриті останнім часом одноклітинні організми трикутної або іншої форми. У деяких з них променева симетрія. Свою назву вони одержали за гострокінцевими виростами – простеками. Простекобактерії розмножуються діленням або брунькуванням, Вони нерухливі, спор не утворюють, ростуть на картопляному агарі при температурі 28 °С.

Розміри бактерій, грибів, актиноміцетів визначаються в мікрометрах (1мкм=10⁻⁶ м), вірусів – нанометрах (1нм=10⁻⁹ м), або ангстремах (1А —0,1 нм).

Будова мікробної клітини

Сучасний світловий мікроскоп дозволяє розглядати клітину при збільшенні до 3000 разів. За допомогою електронного мікроскопа, ультрамікроскопа та спеціальних фізико-хімічних, біологічних методів дослідження стало можливим вивчення анатомії мікробної клітини, будови і функцій окремих внутрішньоклітинних структурних одиниць та їх молекулярної організації.

Клітинна оболонка має складну структуру, характеризується багат шаровістю і різним характером розташування в ній окремих компонентів. Оболонка пластична, стійка до впливу зовнішніх факторів і внутрішньоклітинного тиску, надає форму клітині. В оболонці є отвори (пори) розміром від 1 нм і більше, через які можуть проходити лише певні сполуки (молекули чи їх комплекси). [2]

Клітинна стінка – основна структурна одиниця оболонки мікробної клітини. Вона багат шарова, до її складу входять пептидоглікан (муреїн, гліко- і мукопептид) і тейхоеві кислоти, які разом з фібрилярними компонентами утворюють ретивний шар стінки і зумовлюють поділ мікробів на грам позитивні та грам негативні. У деяких видів мікроорганізмів на зовнішній поверхні клітинної стінки утворюється слизовий шар різної товщини – капсула. У більшості мікробів вона складається з полісахаридів, у окремих (збудник сибірки) – з поліпептидів і води (до 98 %). Капсула захищає клітину від висихання, несприятливих впливів макроорганізмів (дія фагоцитів, антитіл), зумовлює вірулентність, характеризується імунологічною специфічністю.

Клітини, що позбавлені клітинної оболонки, називаються протопластами. їм властиве ділення, процеси обміну – дихання, синтез білків, нуклеїнових кислот і ферментів. Вважають, що протопласти окремих мікроорганізмів впливають на хронічну та рецидивну форми окремих захворювань людини, тварин, рослин і можуть утворюватись під дією антибіотиків чи інших факторів, що гальмують синтез клітинної оболонки. [2]

Цитоплазматична мембрана знаходиться між оболонкою і цитоплазмою клітини, здебільшого складається з трьох шарів – фосфоліпідного і двох

білкових. Головна фізіологічна функція мембрани – регуляція надходження та виходу речовин з клітини. Мембрана характеризується вибірковою напівпроникністю і являє собою справжній осмотичний бар'єр, в якому відбувається ферментативна

«обробка» речовин, що надходять ззовні в клітину, а також утворення сполук для певних видів мікроорганізмів. При розмноженні бактерій цитоплазматична мембрана і внутрішні шари клітинної оболонки беруть участь у формуванні перетинки, що розділяють клітини.

Цитоплазма – складна колоїдна система, де гомогенною (однорідною) фазою є вода. дисперсною – різні речовини і структури клітини. У цитоплазмі містяться мезосоми, або мітохондрії, які є центром окислювально-відновних процесів що відбуваються в мікробній клітині. До їх складу входять комплекси білків – ферменти, що беруть участь в окисленні жирних кислот, фосфорорганічних сполук і утворенні енергії. Мітохондрії – «рухливі» і дуже мінливі компоненти клітини. Їх кількість, організація, система мембран, розміри і форма залежать від умов культивування мікробів: температури, вологості повітря, освітлення, складу живильного середовища тощо. [2]

У цитоплазмі клітини міститься значна кількість більш дрібних структур – рибосом. Вони мають вигляд дрібних (10-20 нм) зернинок різного розміру і форми, можуть бути поодинокими чи з'єднаними в лінійні ланцюги або клубки, характеризуються значним вмістом РНК та білка. Встановлено, що окремі білкові фракції, одержані з рибосом, визначають чутливість мікроорганізмів різних штамів до антибіотиків.

У цитоплазмі залежно від фази росту мікробів та інших причин можуть відкладатися резервні продукти внутрішньоклітинних біохімічних реакцій (волютин, гранульоза, глікоген, жир, сірка, залізо та ін.).

Зокрема однією з особливостей бактерій, що зумовила їх поділ на дві групи грампозитивні та грамнегативні, є різний хімічний склад оболонки та цитоплазми клітин. У грампозитивних бактерій відмічено наявність рибонуклеату магнію, полімеру пептидоглюкану й зв'язаних з ним полісахаридів та тейхоевих кислот. У грам негативних бактерій у клітинній мембрані переважають білки, ліпопротеїди, ліпополісахариди.

Нуклеоїд (генофор) – ядро, ядерна речовина або ядерний апарат, за будовою якого мікроорганізми відносять до прокаріотів або еукаріотів. [2]

Прокаріоти характеризуються відсутністю диференційованого ядра з нуклеоплазматичною мембраною. їх ядерний апарат складається з нуклеопротейдів і являє собою ниткоподібну дволанцюгову молекулу дезоксирибонуклеїнової кислоти (ДНК), що називається бактеріальною хромосоною. Вона може бути розташована в центрі клітини або у вигляді гранул розсіяна в цитоплазмі. До прокаріотів відносяться бактерії і мікоплазми.

Еукаріоти мають ядро, нуклеоплазма якого вкрита мембраною, що відокремлює ядерну речовину від цитоплазми клітини. Для них характерна наявність розвиненого ендоплазматичного ретикулума, системи мікротрубочок, апарата Гольджі. Ядро ділиться шляхом мітозу і мейозу. До еукаріотів відносять мікроскопічні міцеліальні гриби, дріжджі, водорості, простіші

(Protozoa).

Спори бактерій за стійкістю до несприятливих умов існування (зміна температури, недостатня кількість поживних речовин, підсихання середовища, накопичення продуктів життєдіяльності в старих культурах тощо) є унікальними морфологічними та фізіологічними структурами.

Паличкоподібні, або циліндричні, бактерії (бацили) утворюють спори округлої чи овальної форми, які містяться в центрі клітини або на одному з її кінців.

При спороутворенні мікробна клітина втрачає значну кількість вільної води, її протоплазма згущується, збирається в спорогенній зоні і вкривається щільною оболонкою, насиченою смолистими і ліпоїдними речовинами. Спочатку формується проспора, оточена мембраною материнської клітини. Стигла спора під мікроскопом – це блискуче кулясте тільце з темним контуром і двома оболонками. Зовнішня оболонка називається екзиною, внутрішня – інтиною. Перша виконує захисну функцію, друга бере участь у проростанні нової вегетативної клітини. [2]

При утворенні стінки спори поглинаються іони Ca^{2+} і прискорюється синтез дипіколінової кислоти (ДПК). Комплекс ДПК- Ca^{2+} (дипіконат кальцію) забезпечує стійкість спори до нагрівання та інших несприятливих впливів.

Залежно від місця розташування спор у клітині та їх розміру розрізняють такі типи спороутворюючих паличкоподібних бактерій: *Bacillum* – спора утворюється в центрі або на кінці клітини, але її діаметр не перевищує поперечника клітини, тому паличкоподібна форма останньої не змінюється (*Bacillum subtilis* – сінна паличка); *Clostridium* – спора розташована у центрі, а її діаметр більший за товщину клітини; в результаті паличка набуває форми веретена або цитрини (*Clostridium botulinum* – збудник ботулізму); *Plectridium* – спора розташована на кінці клітини (термінально) і перевищує її діаметр; при цьому спороутворюючі бактерії набувають форми барабанної палички (*Bac. tetani* – збудник правця). При субтермінальному розташуванні спора знаходиться ближче до одного з кінців клітини. [2]

Питання для самоперевірки

1. Поняття про мікробіологію як науку
2. Історія розвитку мікробіології
3. Зв'язок мікробіології з іншими науками
4. Значення мікробіології в зоотехнічній практиці
5. Морфологія і будова мікроорганізмів

Список використаної літератури

1. Асонов Н.Р. Мікробіологія / Н. Р. Асонов. – М. : «Колос», «Колос-Прес», 2002. – 352 с.
2. Мікробіологія / [В. В. Власенко, І. Г. Власенко, І. В. Березовський та

- ін.]. –
Вінниця : «Едельвейс і К», 2011. – 200 с.
3. Мікробіологія : практик. для лабор. робіт / [В. В. Власенко, І. Г. Власенко, В. В. Блащук та ін.]. – Вінниця : «Едельвейс і К», 2010. – 100 с.
 4. Власенко В. В. Практикум з мікробіології / В. В. Власенко, І. В. Березовський. – Вінниця, 2005.

Лекція 2. ФІЗІОЛОГІЯ МІКРООРГАНІЗМІВ

1. Хімічний склад мікроорганізмів
2. Живлення мікроорганізмів
3. Дихання, ріст і розмноження мікроорганізмів

Ключові слова: хімічний склад мікроорганізмів, живлення мікроорганізмів, дихання, ріст і розмноження мікроорганізмів

1. Хімічний склад мікроорганізмів

У кожному живому організмі, в т. ч. і у мікробів, постійно відбувається обмін речовинами з навколишнім середовищем. Для існування мікроорганізмів потрібні певні джерела живлення, з яких мікробна клітина будує тіло і дістає необхідну енергію. До складу бактеріальної клітини входять вода (80-85 %) і сухі речовини (15-20 %). Для синтезу життєво важливих органічних сполук мікробам необхідні органічні речовини – вуглець, азот, водень та кисень, вміст яких досягає 90-97 % маси всієї сухої речовини. Крім названих елементів у мікробній клітині містяться зольні елементи – фосфор, сірка, натрій, магній, кальцій (3-10%), у незначній кількості (0,1-0,5 %) – залізо, мідь, цинк, марганець, кобальт, молібден, а також вітаміни та інші фактори росту. Є мікроби, здатні використовувати для живлення нафту, газ, парафіни, мило та ін.

Основну масу сухої речовини мікробів складають білки, вміст, яких залежно від виду мікроорганізмів та складу живильного середовища доходить до 80 %. Чим більше азоту в субстраті, тим більше білка входить до складу протоплазми мікробних клітин. У білка мікроорганізмів виявлено ті ж амінокислоти, що й в білках тварин і рослин. [2]

Мікробна клітина містить прості білки – протеїни і складні – протеїди. Складні білки складаються з протеїнів, небілкових компонентів, нуклеїнових кислот, полісахаридів тощо. Найбільше значення для життєдіяльності мікроорганізмів мають складні білки, особливо нуклеопротеїди, до складу яких входять білки та нуклеїнові кислоти. Вони відіграють важливу роль у рості та розмноженні мікробів. З ними пов'язані видові особливості, спадкова передача специфічних властивостей, утворення нових рас, штамів та видів у бактерій, грибів, актиноміцетів, вірусів. Керування синтезом білка відбувається за допомогою РНК, що міститься головним чином у цитоплазмі клітини і відтворює структуру спадкової хімічної речовини – ДНК. З інших білків до складу мікробів входять глікопротеїди, ліпопротеїди, хромопротеїди та

численні ферменти. З вуглеводів у мікробній клітині найбільше всього полісахаридів. У протоплазмі зустрічаються глікоген, декстрин, глюкоза, глюкуронова кислота. Полісахариди у великій кількості виявляються у капсульних мікробів (азотобактера, пневмококів та ін.). Складні полісахариди містять 1-5 % азоту. [2]

Ліпіди (жири та близькі до них жироподібні речовини – ліпоїди) знаходяться найчастіше в оболонці клітини та поверхневому шарі цитоплазми.

2. Живлення мікроорганізмів

Мікроорганізми поглинають поживні речовини, необхідні для синтезу складових частин мікробної клітини (асиміляція) і виділяють у навколишнє середовище продукти життєдіяльності (дисиміляція).

За типом живлення (конструктивним обміном) мікроорганізми поділяють на дві основні групи: авто- і гетеротрофи. Залежно від джерел енергії і електронів їх поділяють на фотоліто-, хемоліто-, фотоорганотрофи і хемоорганотрофи. [2]

Автотрофи (грец. *autos* – сам, *trophe* – їжа) використовують вуглець з вуглекислого газу повітря і утворюють органічну речовину за допомогою енергії Сонця (фотосинтез) або енергії, що вивільняється в процесі окислення деяких мінеральних і органічних сполук (хемосинтез).

Класифікацію мікробів-автотрофів за способом одержання енергії можна умовно представити так:

А. Фототрофи (джерело енергії — сонячне світло).

1. Фотолітотрофи (пурпурні і зелені сіркобактерії, синьо-зелені водорості та інші мікроорганізми) характеризуються фотосинтезуючою здатністю. До складу їх цитоплазми входять хлорофілоподібні пігменти (бактеріохлорофіл, бактеріопурпурин, каротиноїди), за допомогою яких фотобактерії, як і зелені рослини, синтезують органічну речовину. Автотрофи можуть рости на мінеральних середовищах; вони не здатні засвоювати більш складні сполуки вуглецю і тому не можуть бути патогенними для тварин.

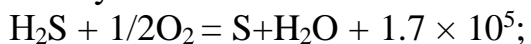
2. Фотоорганотрофи – мікроорганізми, які для одержання енергії можуть використовувати крім фотосинтезу ще й органічні сполуки. До цієї групи відносять пурпурні бактерії, що не здатні окислювати сірководень (H₂S) до сірки.

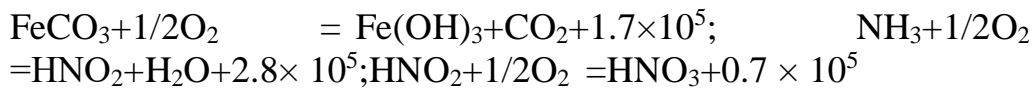
Б. Хемотрофи (джерело енергії – окислення неорганічних та органічних сполук).

1. Хемолітотрофи – мікроорганізми, які одержують енергію при окисненні неорганічних сполук і елементів: H₂CO, NH₃, Fe, Mn, Sb, H₂S, S, S₂O₃

Явище хемосинтезу у мікроорганізмів (сіркобактерій, залізобактерій, нітрифікаторів) було відкрито в 1887-1890 рр. російським вченим С. М. Виноградським.

Нижче наведено вихід енергії (у джоулях), під час окислення сірки, заліза, аміаку:





2. Хемоорганотрофи – мікроорганізми, які одержують енергію при окисленні або бродінні органічних речовин. До них відноситься більшість мікробів ґрунту, води, повітряного басейну. [2]

Гетеротрофи – численна група мікроорганізмів, які використовують для живлення вуглець органічних сполук. Гетеротрофів розділяють на сапрофітів і паразитів.

Сапрофіти – мікроби, які ростуть на мертвому субстраті (продуктах харчування, кормах, тваринних та рослинних рештках та ін.).

Паразити, або паратрофи – мікроби, що живляться органічними сполуками живих організмів. Це збудники інфекційних хвороб тварин (патогени) і рослин (фітопатогени).

Більшість мікроорганізмів є міксотрофами, тобто здатними змінювати тип живлення.

Крім вуглецю життєво важливим компонентом мікробної клітини – білків і нуклеїнових кислот – є азот. Залежно від джерела азоту мікроби розділяють на дві групи. Аміноавтотрофи синтезують білок з мінеральних або найпростіших сполуказоту (нітратів, амонійних солей, а також з повітря). Аміногетеротрофи використовують для живлення головним чином Готові амінокислоти. [2]

Аміноавтотрофний тип живлення властивий більшості ґрунтових мікробів, аміногетеротрофний – патогенних і деяких сапрофітів. Встановити чітку межу між авто- і гетеротрофами не завжди вдається. Деякі патогенні мікроорганізми в навколишньому середовищі ведуть сапрофітний спосіб життя і, навпаки, деякі сапрофіти залежно від стану макроорганізму можуть викликати захворювання. Наприклад, бульбочкові бактерії (аміноавтотрофи) при ослабленні бобової рослини перетворюються у фітопатогени, припиняють фіксувати атмосферний азот і починають використовувати готові органічні форми азоту рослинного походження.

Мікробна клітина потребує також мінеральних речовин, або зольних елементів. Потреба в них не дуже велика, але без деяких сполук мікроб не може існувати. Наприклад, *Aspergillus niger* не розвивається без калію, фосфору, магнію, відсутність же в середовищі сірки майже не впливає на ріст гриба.

Калій активізує ферментативні системи, прискорює фізіологічні процеси. Магній входить до складу пігментів у пурпурних і зелених сіркобактерій, підвищує активність карбоксилази, пептидази та інших ферментів. Фосфор бере участь у процесах дихання, входить до складу нуклеїнових кислот. [3]

Фактори росту за своєю дією нагадують вітаміноподібні сполуки. Вони впливають на обмін речовин, прискорюють накопичення біомаси мікробних клітин. Особливо велику потребу в них мають мікроби, які не здатні синтезувати вітаміни. Наприклад, дріжджі, азотобактерії, пропіонові бактерії не тільки забезпечують себе біологічно активними речовинами, але й виділяють їх у навколишнє середовище, створюючи тим самим сприятливі умови для розвитку інших організмів.

У лабораторії мікроби культивують на живильних середовищах. Джерела живлення надходять в середину клітини через її поверхню.

Анаболізм (конструктивний обмін) та катаболізм (енергетичний обмін) звичайно відбуваються одночасно. Вони взаємозв'язані і складають єдиний процес метаболізму. Найпростіший спосіб живлення мікробної клітини – це пасивна дифузія, яка не потребує енергії.

При більш високій концентрації речовин у навколишньому середовищі цитоплазма зморщується і відштовхується від оболонки (плазмоліз) і гине. Протилежне явище називається деплазмолізом. [3]

Перенесення речовин живильного субстрату в клітину може відбуватися також за допомогою ферментів. Це так звані пермеази (транслокази). Їх синтез і локалізація відбуваються в цитоплазматичній мембрані. Такий процес потребує витрат метаболічної енергії (АТФ), яку виділяють клітини внаслідок окислювально-відновних реакцій.

Джерела живлення можуть потрапляти в клітину за рахунок обмінної адсорбції. Вона обумовлена здатністю електрично зарядженої поверхні мікробної клітини адсорбувати протилежно заряджені речовини. Її заряд залежить від рН середовища порівняно з ізоелектричним станом цитоплазми: в кислому середовищі він позитивний, у лужному – негативний. Адсорбовані сполуки проходять в середину клітини і використовуються для побудови її тіла. Швидше легше проникають дрібні молекули. Після гідролізу екзоферментами, білки, жири та вуглеводи поступають у мікробну клітину, а мінеральні – при дисоціації на іони. Вихід продуктів метаболізму з мікробної клітини відбувається за допомогою пермеаз шляхом пасивної дифузії. Як правило, засвоєння (асиміляція) їжі та біосинтетична діяльність клітини перевищують розклад (дисиміляцію) сполук протоплазми. Це сприяє тому, що клітина росте, розвивається, розмножується. Мікроорганізми здатні пристосовуватися до навколишнього середовища і змінювати тип живлення. [3]

3.

Дихання, ріст і розмноження мікроорганізмів

Дихання мікроорганізмів
Розмежувати процеси живлення і дихання у мікроорганізмів дуже важко. Вважають, що в процесі живлення відбуваються ендотермічні реакції (з поглинанням теплоти), основу дихання складають екзотермічні реакції (з виділенням теплоти). Ці процеси відбуваються паралельно; виділена при диханні енергія необхідна мікробам для синтезу ними живих білків клітини. Джерелом для ендо- та екзотермічних реакцій, тобто дихальним і будівельним матеріалами може бути одна й та ж органічна сполука. Наприклад, цукор для гетеротрофів – це джерело вуглецю і енергетичний субстрат. Для одержання енергії найчастіше використовуються безазотисті речовини, для синтезу цитоплазми – азотисті органічні сполуки. [3]

У більшості мікробів, які живуть і розмножуються при наявності кисню повітря, дихання відбувається за допомогою ферментів, що активізують дихальні субстрати і молекулярний кисень. У деяких мікробів реакція окислення не доходить до одержання кінцевих продуктів, тобто вуглекислоти. У багатьох видів бактерій-автотрофів з групи хемосинтетиків дихальний акт

– це окислення неорганічних сполук. Так, нітрифікуючі бактерії окислюють аміак та амонійні солі в азотисту, а потім азотну кислоти. Залежно від потреби забезпечення мікробів киснем Л. Пастер у 1861 р. поділив усі мікроорганізми на аероби та анаероби.

Хімізм дихання бактерій вивчено недостатньо. Відомо, що молекулярний кисень повітря нездатний окислювати речовини мікробної клітини. Необхідно спочатку активізувати молекулярний кисень або водень в окислювальному субстраті. Кисень активізується завдяки дихальним ферментам оксидазам, водень дегідразам. [3]

Окислення визначають як процес віддачі водню (дегідрування), а відновлення – його приєднання до дихального субстрату. Тобто при окисленні речовина втрачає електрони, а при відновленні – приєднує їх.

Аеробне дихання мікроорганізмів – процес, при якому акцептором водню, протонів і електронів є молекулярний кисень. Внаслідок окислення складних органічних сполук енергія може виділятися у навколишнє середовище (термогенез) або накопичуватись у макроенергетичних фосфатних зв'язках АТФ.

Енергія мікробів-термогенів може підвищувати температуру навколишнього середовища. Це явище спостерігається при силосуванні кормів, біотермічному знезараженні гною, а також у скиртах або недосушених грубих кормах, сирому зерні. Теплоту, що виділяється мікроорганізмами, називають біопаливом. Його можна використовувати в сільському господарстві, наприклад, у парниках та при заготівлі бурого сіна. [4]

Анаеробне дихання відбувається без участі молекулярного кисню. Акцепторами водню можуть бути окислені неорганічні сполуки, що легко віддають кисень і відновлюються (процеси денітрифікації і десульфідзації) або органічні речовини з ненасиченими зв'язками (альдегіди, кетони). Коли дихальний субстрат розкладається лише до проміжних продуктів (спиртів, органічних кислот), йдеться про процес бродіння. При анаеробному розщепленні молекули гексози кількість звільненої енергії в 24,5 раза менша, ніж при аеробному окисленні цукру. Прикладами анаеробного дихання є спиртове, молочнокисле, маслянокисле, пектинове та інші види бродіння. За Л. Пастером, «бродіння – це життя без кисню». [3]

Розмноження мікробів відбувається дуже швидко. Так, за сприятливих умов кількість бактеріальних клітин може подвоюватися через кожні 20-30 хв. За такої інтенсивності розмноження кількість генерацій однієї мікробної клітини протягом доби могла б досягти астрономічної цифри (4-5 т). Факторами, що впливають на розмноження мікробів є температура, склад живильного середовища, наявність у ньому продуктів життєдіяльності та ін. [2]

Бактерії розмножуються поперечним поділом на дві особини, проте у спіральних форм поділ поздовжній, а у коків можливий в будь-якому напрямі.

Безпосередньо перед поділом у мікробній клітині утворюється перетинка, здебільшого посередині (ізоморфний поділ) або на одному з її кінців (гетероморфний поділ). Нові дочірні клітини відділяються одна від одної або після поділу залишаються з'єднаними між собою. Внаслідок цього утворюються

диплококи, диплобактерії, ланцюжки кулястих або паличкоподібних бактерій (стрептококи, стрептобактерії), а також інші утворення (сарцини, стафілококи).

На щільних живильних середовищах (МПА, МПЖ) мікроорганізми розмножуються, утворюючи колонії, що являють собою популяції чистих культур і різняться між собою за віком, розміром, формою, структурою, консистенцією, кольором та іншими культуральними властивостями. Характер росту мікроорганізмів на живильних субстратах є однією з підстав для диференціювання їх видів.

Мікоплазми – група мікробів (відкрита в 1956 р.), що мають розмір 0,3-0,9 мкм, серед яких більшість видів відноситься до плевро- пневмонійноподібних організмів (ПППО). [2]

Рикетсії – поліморфні, грамнегативні мікроорганізми, які за морфологією подібні до бактерій, а за культуральними і біологічними властивостями нагадують віруси.

Розрізняють чотири форми рикетсій: гулясту, паличкоподібну, бацилярну і нитчасту. Вони можуть переходити одна в іншу, зберігаючи фізіологічні ознаки. Спор і капсул не утворюють, нерухомі, до складу цитоплазми клітин входять ДНК, РНК, білок і до 40 % ліпідів. Рикетсії на штучних живильних середовищах не ростуть. Як внутрішньоклітинні паразити вони розмножуються у живих клітинах, курячих ембріонах, культурі тканин, не проходять крізь бактеріальні фільтри (за винятком деяких видів), утворюють термолабільний токсин.

Цю групу мікробів названо рикетсіями за прізвиськом американського дослідника Г. Риккетса, який вперше (1910) виділив збудника висипного тифу людини і загинув, заразившись цією хворобою. Пізніше було встановлено, щорикетсії викликають багато інфекційних захворювань тварин (Кугарячку, рикетсійний моноцитоз, кератокон'юнктивіт та ін.), переносниками яких є кліщі, воші, блохи. Усі рикетсіози, крім висипного тифу, відносяться до зоонозних інфекцій. [3]

Хламідії – близькі до рикетсій внутрішньоклітинні облигатні паразити, зріла форма яких має вигляд сферичних чи овальних елементарних тілець розміром 0,25-0,3 мкм. Проміжні форми дробляться внутрішньою фрагментацією або брунькуються. Розмножуються хламідії поперечним поділом. Хламідії культивують у курячих ембріонах, окремих клітинних культурах. Ця група мікроорганізмів – збудники специфічних хвороб у тварин, що мають загальну назву хламідіоз.

Водорості. Наука, що вивчає цю групу організмів, називається альгологією. Більшість водоростей поширено у прісноводних, морських водоймах. Це фотосинтезуючі організми. [3]

Водорості, особливо морських водойм, відіграють важливу роль у кругообігу речовин на Землі. Вважають, що їх загальна маса і фотосинтетична активність (зв'язування вуглецю повітря за допомогою хлорофілу та енергії Сонця) дорівнює активності наземних рослин. Більшість видів морських водоростей – одноклітинні (діатомові та динофлагеляти), живуть у поверхневих шарах водойм на глибині, куди проникає сонячне світло.

Найпростіші тваринні організми (Protozoa) – різноманітна група одноклітинних організмів, позбавлених хлорофілу. У переважної більшості фаготрофний тип живлення, тобто проковтування і травлення їжі відбуваються в клітині. [3]

Рухаються найпростіші за допомогою джгутиків, псевдоподій, війок. Їх тіло складається з протоплазми з вкрапленнями вакуолей, одним чи кількома ядрами без чітко вираженої оболонки, які іноді перетворюються на цисту. Це найбільші за розмірами представники мікроскопічних істот, поширені в ґрунті, воді, мулі стоячих, проточних, прісних і сольових водойм. Часто джгутикові форми протестів заселяються як сапрофіти чи паразити у травному тракті хребетних і безхребетних тварин, зокрема комах. Наприклад, трипаносоми паразитують у крові людини, викликаючи африканську сонну хворобу, що передається через укуси мухи цеце. Серед видів амебоподібних та інфузорій є збудники амебіази, дизентерії, ентеритів, вагінітів, сінної лихоманки та ін. [5]

Гриби – еукаріоти, широко розповсюджена в природі група безхлорофільних організмів-гетеротрофів, що характеризуються широким діапазоном біохімічної активності. [4]

Питання для самоперевірки

1. Хімічний склад мікроорганізмів
2. Живлення мікроорганізмів
3. Дихання, ріст і розмноження мікроорганізмів

Список використаної літератури

1. Асонов Н.Р. Микробиологія / Н. Р. Асонов. – М. : «Колос», «Колос-Прес», 2002. – 352 с.
2. Микробиологія / [В. В. Власенко, І. Г. Власенко, І. В. Березовський та ін.]. – Вінниця : «Едельвейс і К», 2011. – 200 с.
3. Микробиологія : практик. для лабор. робіт / [В. В. Власенко, І. Г. Власенко, В. В. Блащук та ін.]. – Вінниця : «Едельвейс і К», 2010. – 100 с.
4. Власенко В. В. Практикум з мікробиології / В. В. Власенко, І. В. Березовський. – Вінниця, 2005.
5. Микробиологія м'яса та м'ясопродуктів : практикум / [В. В. Власенко, В. Г. Скибіцький, І. Г. Власенко та ін.]. – Вінниця : «Едельвейс і К», 2008. – 132 с.

Лекція 3. ВПЛИВ ФАКТОРІВ ЗОВНІШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА НА МІКРООРГАНІЗМИ

1. Вплив фізичних факторів на мікроорганізми
2. Хімічні фактори

3. Біологічні фактори

Ключові слова: вплив фізичних факторів на мікроорганізми, хімічні фактори, біологічні фактори

1. Вплив фізичних факторів на мікроорганізми

До фізичних факторів, що впливають на життєдіяльність мікроорганізмів, відносяться температура, вологість, світло, тиск, промениста енергія, ультразвук та ін. [2]

Температура. Різні види мікроорганізмів неоднаково реагують на температурні коливання. Сапрофіти більше пристосовані до змін температури навколишнього середовища, ніж патогенні мікроби, які паразитують в організмі живильника за певних температурних умов.

Розрізняють три основних температурних зони, що мають вирішальне значення для розвитку мікроорганізмів: *оптимум*, (найбільш сприятлива для життєдіяльності мікробів); *мінімум* (нижче неї розвиток мікробів припиняється); *максимум* (вище неї спостерігається згубна дія).

За пристосуванням до певних температурних умов виділяють три фізіологічних групи мікробів: психрофільні (кріофільні), пристосовані до життя при низьких температурах (оптимум – 15-20 °С, мінімум – 0, максимум – 10°С); мезофільні (оптимум – 30-37°С, мінімум – -10, максимум – 45 °С); термофільні (теплолюбні) (мінімум – близько 35 °С, оптимум – 50-60, максимум – 70-80 °С). Різну реакцію на температуру виявляють вегетативні і спорові форми бактерій. Так, спори правцевої палички гинуть після 1-3-годинного кип'ятіння, а вегетативні форми – за умов дії на них температури 60-70 °С протягом 30 хв.

Низькі температури затримують ріст і розмноження мікробів. Життєздатність багатьох мікроорганізмів зберігається при температурі, близькій до абсолютного нуля. Спори, наприклад, проростають після 10-годинного перебування в рідкому водні (-252 °С). Палички туберкульозу залишалися живими при температурі -180 °С протягом 8 діб. Бруцели при -40 °С зберігалися більше 6 міс.

Високу стійкість до низьких температур виявляють віруси. Так, збудник сказу при температурі рідкого повітря (- 190 °С) і рідкого водню (-252 °С) залишався вірулентним протягом кількох місяців. Спори гнильних бактерій зберігають свою активність у трупах мамонтів, що пролежали в мерзломому ґрунті не менше 12 тис. років.

Вегетативні клітини мікробів більш чутливі до дії низьких температур. Так, охолодження до -10 ...-20 °С протягом 1-2 діб знижує на 90 % вміст кишкової палички в суспензії. 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 призводить до механічного пошкодження мікробної клітини. [2]

Вологість. При висушуванні мікробна клітина втрачає воду і гине. При зниженні вологості уповільнюються життєві процеси, клітина переходить до

анабіотичного стану. На цьому принципі базується тривале зберігання продуктів харчування та кормів.

Зволоження мікробних клітин при низькій температурі в глибокому вакуумі (метод сублимації) використовують для приготування живих вакцин (проти туберкульозу, бруцельозу, грипу), вітамінів, ферментів та інших біологічних препаратів.

Протягом сторіч мікроби зберігаються в сухому ґрунті. Встановлено, що за кожні 100 років у чорноземі відмирає до 10 % клітин.

Тиск. Будь-яке підвищення тиску не впливає згубно на життєдіяльність мікроорганізмів.

Промениста енергія. Прямі промені сонця за короткий строк вбивають мікробні клітини. Високу бактерицидну дію променистої енергії використовують для знезараження повітря в приміщеннях (бактерицидні ртутно-кварцеві лампи). Температурні коливання не впливають на чутливість бактеріальних культур до ультрафіолетового випромінювання.

Радіація. Рентгенівське випромінювання в дозі 3-5 Гр вбиває кишкову паличку, золотистого стафілокока, холерного вібріона та інших мікробів. Найбільш стійкими до нього виявилися бацили і грампозитивні бактерії, найбільш чутливими – грамнегативні мікроорганізми. Високу стійкість до радіації мають віруси та рикетсії. Наприклад, збудник ящуру інактивується після обробки його дозами 35-40, вірус віспи – 20-25 Гр.

α -, β -, γ - випромінювання відносяться до мутагенних факторів, що застосовуються в сублетальних дозах у селекції мікроорганізмів для підвищення активності продуцентів антибіотиків, ферментів, вітамінів та ін.

Ультразвук. Механічні коливання з частотою 2×10^4 - 2×10^8 Гц не сприймаються вухом людини і називаються ультразвуковими. В основі летальної дії ультразвуку на мікробну клітину лежить гравітація, при якій виникає різниця між тисками в різних шарах суспензії знезараженої рідини. Внаслідок цього оболонки мікробних клітин розриваються, і вони гинуть. Наявність протеїну в живильному середовищі знижує ефективність дії ультразвуку. Тому використання ультразвуку для стерилізації молока і деяких інших продуктів не дає очікуваних результатів.

Електричний струм не впливає безпосередньо на клітини мікробів. Проходячи крізь живильне середовище, струм високої напруги може спричинювати електроліз його компонентів, що призводить до утворення сполук (кисню, хлору, кислот), які несприятливо діють на мікроорганізми. Електроенергія підсилює бактерицидний ефект дезінфікуючих речовин, особливо ртутних препаратів. Під впливом електричного струму молекули дисоціюють на іони. Це зменшує строки дії дезінфікуючих речовин і підвищує їх активність. Електроліз часто застосовують при дезінфекції водойм. [3]

Вплив магнітного поля на мікроорганізми. Мікробам, як і іншим живим істотам, властивий магнітотропізм. Встановлено, що багато мікроорганізмів рухаються за магнітним меридіаном: у північній півкулі – на північ, південній – на південь. Значною мірою магнітотропізм проявляється у мікроскопічних грибів: вони можуть рости за силовими лініями магнітного

поля. Таке явище зумовлене наявністю особливих продуктів біосинтезу, що містять низькомолекулярні білки – ферменти, в молекулах яких є атоми заліза з феромагнітними властивостями.

Вплив невагомості на мікроорганізми. Відомо, що людина і теплокровні тварини переносять невагомість у межах норми. Спори сінної палички (*Vac. subtilis*) на однаковому за складом середовищі в умовах Землі розвивалися скоріше (на 30 %), ніж на орбітальній станції «Салют-6». Вважають, що земне тяжіння забезпечує переміщення клітин в колонії, поліпшуючи умови метаболізму, чого не спостерігається у космосі. [3]

2. **Хімічні фактори**

Вплив хімічних факторів на мікроби залежить від хімічної природи речовин, їх концентрації, тривалості дії на мікробні клітини. Хімічні сполуки по-різному діють на мікроорганізми: можуть бути джерелами живлення, забезпечують оптимальне значення рН живильних середовищ, використовуються для створення гіпертонічних розчинів з високою концентрацією цукрів чи кухонної солі (джеми, напої, соки, розсоли тощо).

На основі дії хімічних факторів на мікроби розроблено методи дезінфекції. Дезинфікаторами можуть бути луги, кислоти, феноли, формалін, хлорамін тощо. Встановлено, що сублетальні концентрації хімічних сполук за умов короткочасної експозиції можуть навіть стимулювати ріст бактерій, грибів, а високі – пригнічувати і вбивати їх. Різні види мікробів виявляють неоднакову чутливість до впливу хімічних речовин. Найбільш стійкими до хімікатів, у т. ч. до пестицидів (гербіцидів, фунгіцидів) виявилися спороутворюючі бактерії імікроскопічні гриби. [2]

3. **Біологічні фактори**

В окремих субстратах навколишнього середовища внаслідок еволюції мікробного світу утворюється певний мікробний пейзаж, або асоціація (біоценоз), мікробів. Для кожної екологічної системи характерні видові і кількісні співвідношення популяцій, структура, взаємовідносини компонентів та інші властивості. Серед різних типів ценозів (зооценози, фітоценози) значне місце в природі посідають мікробіоценози, тобто співіснування мікробів, між якими, а також між іншими живими організмами (людиною, тваринами і рослинами) складаються різні взаємовідносини, що можуть виявлятися у формі симбіозу, коменсалізму, метабіозу, сателізму, синергізму, антагонізму.

Симбіоз – співіснування двох або більше видів мікробів або мікробів з іншими істотами. Прикладом симбіозу може бути спільний розвиток у замкненому середовищі аеробів та анаеробів, коли після використання кисню аеробами створюються сприятливі умови для росту анаеробів. Мікроби, що мінералізують клітковину в рубці жуйних, можуть бути прикладом симбіозу мікроорганізмів і тварин. Бульбочкові бактерії живуть у симбіозі з бобовими рослинами. [3]

Коменсалізм – слабо виявлена форма співіснування мікробів з іншими організмами, коли один компонент біоценозу використовує їжу або продукти метаболізму іншого, не перешкоджаючи його росту. Коменсали – представники

нормальної мікрофлори тварин, а також епіфітні мікроби рослин: Вони живуть у шлунково-кишковому тракті, дихальних шляхах, на шкірі. [3]

Метабіоз – форма взаємовідносин, при якій один вид мікробів використовує продукти життєдіяльності іншого і цим створюються сприятливі умови для його розвитку (співіснування амоніфікаторів і верифікаторів). Нітрифікатори окислюють аміак, а азотобактер використовує органічні кислоти, що накопичуються при розщепленні целюлози. [3]

Сателізм – стимуляція росту одного виду мікроба продуктами життєдіяльності іншого, який потім стає його супутником. Наприклад, вітаміни, що продукуються азотобактером, стимулюють розвиток мікробів, які переводять органічні форми фосфору в мінеральні і цим забезпечують розвиток вищих рослин. [3]

Синергізм – однакові фізіологічні процеси різних штамів мікробної асоціації, внаслідок чого збільшується кількість кінцевих продуктів, що виробляються різними видами мікробів. Наприклад, гетероауксин – стимулятор росту рослин при спільному культивуванні азотобактера і грибоподібної бацили (*Bac. mycoides*). [3]

Паразитизм – взаємовідносини між мікробами, коли один вид паразитує на іншому. Користь від такого співіснування має лише паразит (наприклад, взаємодія між бактеріофагом і бактеріальною клітиною). [3]

Антагонізм – взаємовідносини між мікробами двох і більше видів, коли один вид своїми продуктами життєдіяльності вибірково пригнічує ріст або обумовлює загибель пішого виду. Наприклад, молочнокислі бактерії затримують розвиток гнильних бактерій в травному каналі тварин. Цей феномен використовується в сільському господарстві. На ньому базуються процеси силосування, квашення, виготовлення і зберігання кисломолочних продуктів. Антагонізм між мікробами досить поширений в природі. Явища антагонізму лежать в основі продукування антибіотиків. Ще Л. Пастер звернув увагу на боротьбу між окремими видами мікроорганізмів. Так, в 1877 р. він спостерігав загибель збудника сибірки в нестерильній сечі. [3]

Вже в XVII ст. люди використовували гриби для лікування ран. Пізніше було описано лікування різних запалень дріжджами. Російські лікарі В. О. Манасєїн і О. Г. Полотебнов в 1872 р. в роботі «Про відношення бактерій до зеленого кистевика» першими повідомили про результати лікування гнійних ран та трофічних сифілітичних виразок спорами і міцелієм пеніциліїв, які вирощували на скоринках цитрини або лимона. Це були перші в світі повідомлення про лікувальні властивості плісневих грибів – продуцентів пеніциліну. [3]

Антагонізм міжродовий та міжвидовий. Внутрішньовидовий антагонізм нерідко виявляється між окремими особинами в популяції. Взаємодія між штамми може пояснюватись бактеріоциногенією. Наприклад, кишкова паличка синтезує коліцини, які пригнічують ріст інших штамів цього виду. Нерідко спостерігається явище самопригнічення – ізоантагонізм. Воно властиве актиноміцетам. Літичний фактор містить складний комплекс ферментів – протеїнази, пептидази, амілази, лізоцим, а також антибіотики, що

характеризуються лізуючою дією. [3]

Антагонізм розрізняють залежно від: напрямку дії – одно-, двобічний; місця дії – антагонізм *in vitro* та *in vivo*; ефекту дії – бактерицидний, бактериостатичний, літичний. Якщо взаємодіють тільки живі клітини, антагонізм називають прямим, якщо на мікроби негативних впливають продукти життєдіяльності певних мікроорганізмів – непрямим. Явище насильного, або спрямованого, антагонізму було відкрито І. Г. Шиллером у 1914 р. [3]

Живі мікроби використовують для боротьби з дисбактеріозами, кандидамікозами, а також для профілактики ураження кормів токсичними грибами. На основі молочнокислих бактерій розроблено препарати лактобацилін, біфідобактерин. Кишкові палички застосовуються для виготовлення лікувальних препаратів колібактерину, мутафлору; спороутворюючі аеробні бактерії – лікування та профілактики інфекційних шлунково-кишкових захворювань сільськогосподарських тварин. Відкриття і практичне застосування феномена мікробного антагонізму сприяло розвитку нових наукових напрямів у біології. [3]

Питання для самоперевірки

1. Вплив фізичних факторів на мікроорганізми
2. Хімічні фактори
3. Біологічні фактори

Список використаної літератури

1. Асонов Н.Р. Микробиологія / Н. Р. Асонов. – М. : «Колос», «Колос-Прес», 2002. – 352 с.
2. Микробиологія / [В. В. Власенко, І. Г. Власенко, І. В. Березовський та ін.]. – Вінниця : «Едельвейс і К», 2011. – 200 с.
3. Микробиологія : практик. для лабор. робіт / [В. В. Власенко, І. Г. Власенко, В. В. Блащук та ін.]. – Вінниця : «Едельвейс і К», 2010. – 100 с.

Лекція 4. ГЕНЕТИКА МІКРООРГАНІЗМІВ

1. Мікроорганізми – об'єкти генетичних досліджень
2. Фенотипічна мінливість
3. Генотипічна мінливість
4. Практичне значення мінливості мікроорганізмів

Ключові слова: мікроорганізми, об'єкти генетичних досліджень, фенотипічна мінливість, генотипічна мінливість, мінливості мікроорганізмів

1. **Мікроорганізми – об'єкти генетичних досліджень**

Генетика – наука про спадковість і мінливість організмів. Ці два поняття відповідно до закону про діалектичну єдність і боротьбу протилежностей знаходяться в постійному протиріччі і означають два різних і незалежних один від одного біологічних процеси. [2]

Спадковістю називають здатність організмів до збереження специфічних і функціональних властивостей протягом багатьох поколінь (популяцій).

Встановлено, що генетичний матеріал, представлений дезоксирибонуклеїновою кислотою (ДНК), міститься у еукаріотів в ядрах, у прокариотів – в нуклеоїдах. Крім того виявлено, що ДНК в бактеріальній клітині має форму нитки, яка замкнена у вигляді кільця і називається хромосоною. Вона складається з окремих ділянок – генів, що несуть генетичну інформацію і виконують роль головних агентів, які зумовлюють спадкові ознаки мікроорганізмів. [2]

Подальші дослідження показали, що під впливом різних екологічних факторів у мікробних клітин з'являються нові ознаки, які спадково закріплюються в новому поколінні – спадкова мінливість.

2. **Фенотипічна мінливість**

Протягом багатьох століть панувала думка, що кожний вид мікробів є незмінним і його морфологічні ознаки залишаються постійними. Прихильниками такого вчення, яке дістало назву мономорфізму, були Р. Кох і Ф. Кон, а також їхні послідовники. Вони вважали, що зміни морфолого-культуральних ознак, які виникають у окремих мікроорганізмів під впливом умов існування, є тимчасовими і не можуть похитнути основних положень вчення мономорфістів. Але досвід багатьох вчених про зміни морфології та фізіологічних властивостей мікробів призвів до іншої крайності – появи нової концепції плеоморфізму, яка полягає у визнанні можливостей різних перетворень мікроорганізмів, переходу одного виду в інший. Плеоморфісти – К. Негелі, Т. Більрот та ін. – повністю заперечували постійність морфологічних та біохімічних властивостей мікробів. Наприклад, К. Негелі та його школа зовсім не визнавали специфічності виду у мікроорганізмів. [2]

Встановлено, що мікроорганізми здатні до втрати вірулентності при збереженні антигенних властивостей, набування стійкості до антибіотиків, збільшення виходу певних продуктів життєдіяльності, змінювання морфологічних, культуральних, біохімічних ознак. [3]

Морфологічні зміни у старих мікробних клітин спостерігав М. Ф. Гамалія, який назвав це явище гетероморфізм о м. Відомо, що температура, хімічні речовини, в тому числі антибіотики, антисептики, пестициди та інші Екологічні фактори викликають, зміни морфології мікробів. Наприклад, кишкова паличка під впливом пеніциліну може приймати кулясту форму, утворювати вирости або ризоїди.

Прояв мінливості мікробів різнобічний. Відомо, що у багатьох видів

патогенних мікробів існують різні варіанти, раси, типи, у деяких випадках встановлюють атипові штами збудників хвороб людини та тварин. Але найбільше значення, безперечно, мають спадково закріплені форми мінливості, до яких належать адаптація, дисоціація, мутація, трансформація, трансдукція, кон'югація.

Адаптація – пристосування мікробів до нових умов існування під впливом фізичних, хімічних, біологічних та антропогенних факторів. Набуті мікробами властивості закріплюються спадково. Наприклад, окремі клітини в популяціях золотистого стафілокока набувають стійкості до певних концентрацій пеніциліну і спадково передають цю властивість нащадкам, які за допомогою адаптивних ферментів (в даному випадку пеніцилінази) інактивують молекулу антибіотика. При цьому спостерігають морфологічні зміни клітин (кулясті клітини стають паличкоподібними). [2]

Дисоціація – один з видів культуральної мінливості мікробів, що спричинюється змінами складу живильного середовища. Встановлено, що в чистій культурі бактерій можуть виникати різні типи колоній: тип S (англ. – smooth – гладенький) – гладенькі, прозорі, з (рівними краями, чітко кулясті, і тип R (англ. rough – шорсткий) – сухі, непрозорі, з шорсткою і борознистою поверхнею, контурами неправильної форми і нерівномірними зазубреними краями. Між ними існують перехідні форми, нестійкі типи, які позначають літерами O і LI (відповідно проміжні і слизові). Такі культури відрізняються за морфологічними, фізіологічними, антигенними та вірулентними властивостями. У більшості патогенних мікробів тип S вірулентніший, ніж тип R. Збудник сибірки є винятком: у нього R-форми патогенніші і вірулентніші, ніж S-форми. Можливий перехід типу S в тип R. Зворотній перехід спостерігається дуже рідко. [2]

3.

Генотипічна мінливість

Мутація – спадкові зміни у мікробів, що виникають внаслідок переміщення під впливом мутагенів певних ділянок у ДНК, а також нуклеотидів у гені. Такий ген кодує білок, який відрізняється від вихідного властивостями і функціями. Розрізняють два види мутацій.

Спонтанні мутації (без направленої впливу) дуже рідкі, приблизно одна на 100 000. Вони характеризуються зміною будь-якої ознаки (ферментативної активності, чутливості до антибіотиків тощо) у мікробній клітині, яка стійко закріплюється спадковістю у наступних поколіннях. [2]

Індуковані мутації – мутації, що виникають під впливом мутагенних факторів навколишнього середовища.

Комбінаційні зміни з'являються в результаті трансформації, трансдукції і кон'югації.

Трансформація – перехід одного типу мікроорганізму в інший у межах виду, а також передача певних властивостей одного виду мікроба (донора) іншому (реципієнту) в процесі переносу ділянок генетичного матеріалу ДНК, що містить одну пару нуклеотидів.

Встановлено, наприклад, що в умовах симбіозу можуть виникати нові

раси та варіанти з незвичними для мікробів-симбіонтів властивостями: утворення капсули, джгутиків, стійкість до антибіотиків тощо. Так, якщо до культури авірулентного безкапсульного штаму пневмокока (реципієнта) додати ДНК, одержану від вірулентного капсульного штаму того ж виду пневмокока (донора), то реципієнту передаються вірулентні властивості донора. Особливого значення набувають досліди з вирощування певних типів або видів бактерій з метою селекції на фільтратах або автолізатах мікробних клітин інших штамів чи видів мікроорганізмів. Носієм набутих властивостей є ДНК-Трансдукція, або конверсія – зміни в мікробній культурі, при яких генетичний матеріал від клітини донора переносить до клітини реципієнта трансдукційний (помірний) фаг, тобто агент, що не викликає її руйнування.

Розрізняють три типи трансдукції: загальну (неспецифічну), специфічну і абортівну. При загальній трансдукції відбувається передача одної або декількох ознак одночасно. Специфічна трансдукція характеризується перенесенням тільки певної ознаки. При абортівній трансдукції перенесена фагом ділянка ДНК клітини-донора не включається до геному клітини-реципієнта і відповідно прояву нової ознаки не спостерігається. За допомогою бактеріофагу вдалося, наприклад, одержати токсигенну форму дифтерійної палички з нетоксигенного штаму збудника.

Кон'югація – статевий процес, при якому батьківські клітини з'єднуються за допомогою кон'югаційних містків, через які відбувається обмін генетичним матеріалом. Кон'югація досліджувалася у різних родів бактерій (*Escherichia*, *Shigella*, *Salmonella*, *Pseudomonas*), особливо досконало вона вивчена у кишкової палички (*E. coli*).

Статевий фактор F (англ. *fertiliti* — плідність), який являє собою фрагмент ДНК, обумовлює утворення на поверхні клітини однієї чи двох так званих статевих фімбрій, або *pili*, які беруть участь у кон'югації. Вважають, що статевий фактор F знаходиться в цитоплазмі автономно, тобто не в бактеріальній хромосомі, а входить до складу так званих спадкових епісом, або плазмід. Через статеві фімбрії, або *pili*, хромосома (або її частина) передається від донорів F⁺ (чоловічі особини) до реципієнтів F⁻ (жіночі особини). Кон'югувати можуть штами не тільки одного, але й різних видів. Крім F-фактора, плазміді містять R- фактор (фактор резистентності), Ure-фактор (уреазний), Hly-фактор(гемолітичний) та ін.

Таким чином, всі три форми генетичної рекомбінації (комбінативної мінливості) – трансформація, трансдукція та кон'югація – різні за формою, але однакові за своєю суттю. При трансформації ділянка ДНК клітини донора входить до клітини реципієнта, при трансдукції цю роль виконує фаг, при кон'югації генетична інформація переноситься через цитоплазматичний місток *pili*. В залежності від нових комбінацій генетичного матеріалу в потомстві мікробів можуть виникнути рекомбінанти різного типу.

4. Практичне значення мінливості мікроорганізмів

Розвиток генетики, що відкрила методи спрямованого одержання спадково змінених форм мікроорганізмів, дозволив використати мікроби в

медичній, ветеринарній практиці як профілактичні та лікувальні препарати. Змінюючи умови культивування мікробів, вдалося одержати живі вакцини проти багатьох інфекційних хвороб людини і тварин – сибірки, сказу, бешихи свиней та ін. [3]

Останнім часом у лабораторній діагностичній роботі все частіше виділяють так звані атипичні форми збудників туберкульозу, сальмонельозу та інших хвороб, що втратили окремі, характерні для цих груп мікроорганізмів ознаки: знижена вірулентність, втрачена токсигенність. З огляду на це треба враховувати можливість мінливості мікробів внаслідок впливу на них екологічних умов і відповідно застосовувати ті чи інші додаткові методи лабораторної діагностики – люмінесцентну бактеріоскопію, спеціальні серологічні дослідження тощо. [2]

У новітній час за допомогою мутагенних факторів одержано мутанти з корисними властивостями, які за своєю ефективністю в десятки – сотні разів перевищують продуктивність вихідних даних форм мікроорганізмів. Так, за допомогою генетичних методів вдалося підвищити активність виробничих штамів

– продуцентів антибіотиків, ферментів, вітамінів, амінокислот та інших біологічно активних речовин. [2]

В останнє десятиріччя розвинувся новий напрямок молекулярної біології – генна інженерія, яка займається виділенням і пересадкою окремих генів з одних мікробних клітин в інші, внаслідок чого мікроби набувають нових властивостей. Наприклад, з організму людини вилучено ген, що синтезує інсулін, і перенесено його в геном клітини кишкової палички. Така бактерія стала здатною до продукування білкового гормону інсуліну, який синтезує підшлункова залоза ссавців. При розмноженні *E. coli* в макроорганізмі можна одержати достатню кількість препарату, необхідного для лікування такої загрозливої хвороби, як цукровий діабет. Ізольовано і перенесено в кишкову паличку ще один ген, що керує процесом утворення інтерферону, який є ефективним засобом при лікуванні деяких вірусних хвороб людини та тварин.

Зараз проводяться дослідження можливості переносу генів азотфіксації мікробного походження в інші організми, в тому числі злакові рослини, що певною мірою вирішить проблему азотного живлення та забезпечення врожаю важливих сільськогосподарських культур. [3]

Зрозуміло, що наведені приклади не вичерпують глобального значення досягнень генетики мікроорганізмів для всіх галузей виробництва, але вони свідчать про важливу роль науки про спадковість та мінливість мікробів в господарській діяльності людини. [3]

Питання для самоперевірки

1. Мікроорганізми – об'єкти генетичних досліджень
2. Фенотипічна мінливість
3. Генотипічна мінливість
4. Практичне значення мінливості мікроорганізмів

Список використаної літератури

1. Асонов Н.Р. Микробиология / Н. Р. Асонов. – М. : «Колос», «Колос-Прес», 2002. – 352 с.
2. Микробиологія / [В. В. Власенко, І. Г. Власенко, І. В. Березовський та ін.]. –
Вінниця : «Едельвейс і К», 2011. – 200 с.
3. Микробиологія : практик. для лабор. робіт / [В. В. Власенко, І. Г. Власенко, В. В. Блащук та ін.]. – Вінниця : «Едельвейс і К», 2010. – 100 с.

Лекція 5. ЕКОЛОГІЯ МІКРООРГАНІЗМІВ

1. Мікрофлора ґрунту
2. Мікрофлора води
3. Мікрофлора атмосфери
4. Мікрофлора тіла тварин

Ключові слова: Ґрунт, вода, атмосфери, тіла тварин

1. Мікрофлора ґрунту

Ґрунт – найважливіший елемент місць зростання наземних рослин та життя тварин. З усіх природних середовищ найбільша кількість мікроорганізмів знаходиться у ґрунті, який, за висловом А. А. Ячевського, є резервуаром, де існують та розмножуються численні мікроби нашої планети, що відіграють важливу роль у створенні його родючості та кругообігу речовин у природі. Відомо, наприклад, що в 1 г чорнозему нараховується десятки мільярдів мікробних клітин, а загальна маса їх нерідко досягає до 10 т/га. [1]

Найважливішим з едафічних (основних) факторів життя мікроорганізмів у ґрунті є ґрунтовий розчин, що містить органічні, мінеральні та газоподібні сполуки. [3]

Кількісний та якісний склад мікроорганізмів залежить від багатьох умов: клімату, характеру покривної рослинності, фізико-хімічних властивостей, типу механічного складу ґрунту та інших екологічних факторів (табл. 1).

Найбільша кількість мікроорганізмів знаходиться в поверхневому шарі ґрунту (на глибині до 30 см); у більш глибоких горизонтах мікробів значно менше. Так, на глибині 1-2 м зустрічаються поодинокі популяції бактерій, грибів, актиноміцетів, протозоа тощо, а на глибині 6 м їх не знаходять.

Кількість мікроорганізмів в ґрунтах країн колишнього СРСР за даними методу прямого підрахунку (За Мішустінім, 1978)

Ґрунт	Стан ґрунту	Загальна кількість мікробів на 1 г ґрунту
Підзоли	Цілина	(3,0—6,0) 10 ⁸
	Розорані	(1,0—2,0) 10 ⁹
Чорноземи	Цілина	(2,0—2,5) 10 ⁹

	Розорані	(1,8—3,0) 10 ⁹
Сіроземи	Цілина	(1,2—1,6) 10 ⁹

Велике значення мають мікроорганізми для життя рослинного світу. В результаті їх життєдіяльності вищі рослини забезпечуються придатними для засвоєння органічними, мінеральними та азотистими сполуками. [3]

Починаючи з посіву насіння і кінчаючи дозріванням рослини та збиранням врожаю, ріст її, а також перетворення рослинної сировини на продукти харчування та корми, відбувається за допомогою мікроорганізму ґрунту. Особливу роль у розвитку та зростанні рослини відіграють мікроби, які поширені в ґрунті, що безпосередньо щільно прилягає до коріння. Ця частина ґрунту зветься ризосферою, або кореневою зоною. Рослини через кореневі виділення впливають на якісний та кількісний склад біоценозів в їх ризосфері, формуючи консорції з різними топічними і трофічними зв'язками.

Шкідливий та корисний вплив на рослину буває як при роздільному існуванні мікробів та рослин, так і у випадках, коли життя мікроорганізмів тісно пов'язане з рослинним організмом і відбувається в тканинах кореня чи інших органів (справжній симбіотрофізм). Виявилось, що симбіоз різних видів мікроорганізмів (бульбочкових бактерій, мікоризних грибів) дуже поширений у ґрунті і має досить різноманітний характер. [3]

Вивчення закономірностей розвитку мікроорганізмів ґрунту за умов науково-технічного прогресу і хімізації сільського господарства (внесення добрив, пестицидів) має велике значення для спрямування мікробіологічних перетворень у ґрунті на користь людини.

Дослідження процесів амоніфікації, нітрифікації, азотфіксації, мінералізації орґанофосфатів тощо дало можливість розробити та впровадити в сільське господарство певні види корисних бактерій (азотобактер, нітробактер та ін.), а також штучно змінювати склад мікробів ґрунту методами спеціальних агрономічних і агротехнічних заходів (сівозмін, обробіток ґрунту, застосування добрив тощо). [3]

Мікрофлора води

Вода – постійний елемент середовища всіх організмів і відіграє, в їх житті різнобічну роль. Вона є не тільки розчинником чи транспортним засобом поживних речовин, але й структурним елементом цитоплазми клітин, від вмісту якого залежать їх колоїдні властивості, про що згадувалось раніше.

Екологічна класифікація водних організмів, як і наземних, ґрунтується на принципах використання ними джерел вуглецю (автотрофи і гетеротрофи), енергії (фототрофія і хемотрофія) і залежить від їх місця в трофічному ланцюгу (продуценти, консументи, редуценти). Мікроорганізми на основі топічних і трофічних зв'язків формують консорції, що складаються з сіркозалізобактерій та інших видів мікробів та фітопланктону, що перебувають у складних взаємовідносинах, створюючи біотичне середовище, або екологічну нішу з характерними для неї законами функціонування. [3]

Мікроорганізми водних екосистем можна класифікувати також за вертикальною і горизонтальною зонами їхнього поширення у водоймі. По горизонталі, зокрема, виділяють прибережну, літоральну і пелагічну ділянки.

Важливе значення для видового складу біотичного компонента водних екосистем мають глибина, будова дна, циркуляційні процеси, температура, швидкість течії, прозорість води, вміст в ній солей. Вертикальне розміщення організмів у водоймі визначають глибиною проникнення сонячного світла, яка залежить від прозорості води. [1]

На дні водойм відкладаються осади, в яких відбуваються складні процеси біологічного та хімічного перетворення, внаслідок чого частина їх назавжди залишається на дні, утворюючи типове мулувате середовище, а частина розчиняється у воді (наприклад, сірководень у Чорному морі на глибині 100-120 мутворює плівку, під якою створилась мертва зона) і залучається до нових циклів біологічного перетворення. Так, H_2S окислюється сіркобактеріями до сірчаної кислоти. Повернення до кругообігу елементів-біогенів визначається мінералізацією відмерлих решток органічної речовини та обміном хімічних елементів між осадом і придонним шаром води. У більшості випадків річковий мул, що містить орґанофосфати, є основним джерелом фосфору для мікробів і водяної рослинності. [2]

Зміна кислотно-лужних умов води негативно впливає на водні біоценози. Деградацію водних екосистем спричинюють дренажні води, що надходять з осушених торфовищ, полів зрошення, шахт, рудників, а також стічні фабрично-заводські відходи.

Забруднення водойм різними нечистотами та покидьками становить небезпеку в санітарному відношенні для людини і тварин. Але в природі постійно відбувається процес самоочищення води внаслідок дії на забруднювачі різних фізичних, хімічних і біологічних факторів: течії та інсоляції верхніх шарів води, температури, деяких хімічних речовин, що є у воді, бактеріофагії, співвідношення у воді патогенних мікробів і сапрофітів тощо.

Залежно від ступеня забруднення водойм внаслідок господарської діяльності людини (антропогенний вплив) в них можуть розмножуватись і певний час зберігатись патогенні мікроорганізми. Особливо небезпечні стоячі водойми, в які потрапили збудники сибірки, анаеробних інфекцій, лептоспірозу тощо. У стічній воді довго функціонує і вірус ящуру.

Піклування про охорону водойм – це насамперед забезпечення людині життя, здоров'я, творчості і відпочинку[3]

2. **Мікрофлора атмосфери**

Сухе повітря (без водяної пари) складається з 78 % азоту, близько 21 % кисню, 1 % аргону і 0,03 % оксиду вуглецю. Крім того, у повітрі містяться сліди водню, неону, криптону, ксенону, кількість яких не переважає 10-6 % обсягу повітря.

Крім звичайних, у повітрі можуть бути й шкідливі компоненти для живих організмів, зокрема мікроорганізмів, речовини, що виникають внаслідок різних технологічних процесів. Найпоширенішим забруднювачем наших міст є оксид сірки, який взаємодіє з компонентами рослинних та мікробних клітин.

Окрему групу складають радіоактивні елементи як природного, так і

штучного походження. Природна радіоактивність виникає внаслідок розпаду радіоактивних елементів, які містяться в певних гірських породах земної кулі. Штучна радіоактивність атмосфери є наслідком термоядерних вибухів, що забруднили біосферу великою кількістю радіоактивних речовин, в тому числі найбільш біологічно небезпечним радіоактивним стронцієм, який зберігається у нижній частині стратосфери протягом 5-10 років. З радіоактивними опадами він надходить до ґрунту, де зосереджується в гумусовому шарі на глибині 10-20 см, і звідти переходить в урожай. [2]

Особливо значна загроза радіоактивного стронцію як мутагенного фактора у високих і середніх широтах земної кулі, що пов'язано з глобальними рухами повітряних мас, які переносять мікроорганізми з однієї екосистеми в іншу. Так, з поверхні ґрунту в повітря з частинками пилу постійно зноситься велика кількість різних видів мікроорганізмів. Найбільше забруднюється повітря закритих приміщень, особливо при недостатній вентиляції їх та недодержанні санітарних правил. [3]

Ряд інфекційних хвороб людини та тварин – чума, грип, перипневмонія великої рогатої худоби, ларинготрахеїт курей тощо – передається через повітря. Щоб визначити забрудненість повітряного басейну мікрофлорою, визначають видовий і кількісний склад мікробів у 1 м³ повітря седиментаційним методом за Р. Кохом. Чашки Петрі з м'ясопептонним агаром розміщують на відкритій рівній поверхні на різній висоті. За 5 хв на відкриті чашки з середовищем осідає стільки мікробних клітин, скільки їх міститься в 10 л повітря. Після інкубації посівів при температурі 28-30 °С протягом 24 год підраховують колонії мікробів, що виростили на живильному субстраті, і перераховують на 1 м³ повітря. Для більш точних аналізів засів середовища в чашках Петрі повітрям виконують за допомогою апарата Кротова.

3.

Мікрофлора тіла тварин

Тваринний організм відразу після народження перебуває в безпосередньому контакті з найрізноманітнішими мікробами. При вдиханні повітря, споживанні корму, контакті з оточуючими предметами, мікроби різними шляхами заселяють шкіру, слизові оболонки верхніх дихальних шляхів, шлунково-кишкового тракту і сечостатевої системи організму і шкіряний покрив, що безпосередньо стикаються із навколишнім середовищем, крім мікроорганізмів, які випадково потрапляють на них, мають ще свою характерну мікрофлору, яка називається нормальною. Окремі види мікробів, що належать до групи нормальної мікрофлори, у процесі тривалої еволюції пристосовувались до певних умов існування і, розвиваючись на слизових оболонках та шкірі, зазнають постійного впливу організму і у свою чергу, справляють на нього різнобічну дію. Роль нормальної мікрофлори надзвичайно важлива, а тому заслуговує на постійну увагу при аналізі явищ інфекції та імунітету.

Значення мікрофлори організму для створення імунних механізмів доведено експериментально на безмікробних тваринах – гнотобіотах, у яких недорозвинені лімфоїдна система і селезінка, знижена кількість лейкоцитів та

імуноглобулінів.

Встановлено, що представники нормальної мікрофлори активізують захисний апарат тваринного організму. Наприклад, кишкова паличка у безмікробних тварин сприяє підвищенню бактерицидної активності кров'яної сироватки до *Salmonella typhi*. Введення мишам-гнотобіотам культури фекального стрептокока спричинює збільшення лімфатичних вузлів до звичайного розміру. [2]

Мікрофлора слизових оболонок і шкіри надзвичайно різноманітна. Поряд з мікробами-симбіонтами до її складу входять умовно патогенні мікроорганізми, які за певних умов можуть посилювати свою вірулентність і є причиною інфекційного захворювання.

На шкірі і слизових оболонках тварин живуть і розмножуються різні види стафілококів, стрептококів, спороутворюючі палички, гриби-сапрофіти та дерматофіти тощо. Вони потрапляють сюди з повітря, води, ґрунту, живих істот. Цілісність шкіри та наявність шерстного покриву запобігають проникненню мікробів крізь шкіру. Незначні пошкодження її відкривають доступ для попадання збудників інфекційних хвороб в організм тварини.

Мікроорганізми виявлено не тільки на поверхні шкіри, а й у волосяних мішечках, протоках сальних і потових залоз. На шерстному покриві часто зустрічаються мікроби, що мешкають у шлунково-кишковому тракті і ротовій порожнині, які потрапляють на нього з екскрементами й слиною. [3]

На слизових оболонках ротової порожнини і носоглотки зустрічаються молочнокислі стрептококи, ацидофільні та целюлозоруйнівні бактерії, стафілококи, спірохети, нитчасті бактерії, амеби, псевдотуберкульозні і грампозитивні палички, дріжджі, актиноміцети, плісеневі гриби. Ряд представників цієї мікрофлори бере активну участь у захисті організму від хвороботворних мікробів, крім того, вони синтезують вітаміни В₂ і К. При зміні умов деякі з них можуть стати причиною ангіни, пневмоній та інших хвороб. В даному випадку захворювання тварин виникають без занесення збудника із зовні. [3]

Мікрофлора слизових оболонок очей. До неї належать білий стрептокок, корінебактерії та інші мікроби.

Мікрофлора травного каналу надзвичайно численна і різноманітна. Склад її змінюється залежно від віку тварини, кормового раціону та хімічного складу його. З кормом і водою в травний канал може потрапляти різна мікрофлора, в тому числі і патогенна. Наявність у слині лізоциму перешкоджає розмноженню мікроорганізмів, а непошкоджена слизова оболонка не дає їм можливості потрапити у тканини та органи тваринного організму. В шлунку мікрофлори здебільшого немає завдяки значним бактерицидним властивостям його соку. Мікроорганізми, що з'являються в кишечнику новонароджений тварин, протягом 2 діб мають строкатий і несталий видовий склад. Молочнокислих бактерій у цей період ще мало, а іноді їх немає зовсім. Нормальна мікрофлора кишечника у молодняка, що характерна для молочного періоду, стабілізується на 3-6-у добу життя тварин. На цей час вона представлена молочнокислими бактеріями типу *Bac. acidophilum*,

молочнокислими стрептококами і біфідобактеріямн, кількість кишкової палички по відношенню до молочнокислих мікробів не перевищує 5-10 %.

При переведенні молодняка на годівлю кормами рослинного походження видовий склад мікрофлори кишечника змінюється: в ньому з'являються грампозитивні спороутворюючі палички, коки, кишкова паличка, мікроби, що викликають бродіння пектинових речовин і руйнують целюлозу, переводячи її в легкозасвоювані гексози, а також гнильні та в незначній кількості молочнокислі мікроорганізми.

При нормальному стані шлунково-кишкового тракту в шлунку (сичузі) і дванадцятипалій кишці багато мікробів відмирає, що зумовлюється бактерицидним впливом шлункового соку. Важливе значення для жуйних тварин має мікрофлора передшлунків і особливо рубця, оскільки важкоперетравні грубі корми, багаті на клітковину і пектинові сполуки, піддаються в ньому дії різноманітних ферментів бактеріального походження і таким чином готуються до наступного перетравлення і засвоєння організмом. Різні порушення ферментативної активності мікрофлори рубця неминуче призводять до патологічних змін в організмі. [3]

Бактерії, що перетворюють в рубці азотисті речовини кормів на білок клітини. Факультативно-анаеробні бактерії рубця здатні розщеплювати сечовину і інші речовини до аміаку, який використовується на будову тіла мікробної клітини. В рубці об'ємом 75 л за добу утворюється до 450 г білка. В ньому також синтезується 10 незамінних амінокислот: аргінін, гістидин, ізолейцин, лейцин, лізин, метіонін, фенілаланін, треонін, триптофан і валін. В зв'язку з цим жуйні не потребують зазначених амінокислот з кормами в такій кількості, як тварини з однокамерним шлунком.

Мікроби рубця здатні синтезувати білок із простих сполук азоту, що дозволило використовувати в годівлі жуйних речовини, що містять азот: амонійні солі і сечовину. При гідролізі цих сполук утворюється аміак, який засвоюється мікробами. Мікроорганізми рубця з аміаку, вуглецю, сірки, мінеральних речовин і органічних кислот синтезують амінокислоти і будують білок власного тіла. Разом з вмістом рубця мікроби переходять до сичуга та кишечника, де мінералізуються і переходять у засвоювану для макроорганізму форму. Високу ферментативну активність у рубцевому травленні мають мікроскопічні гриби, які розщеплюють крохмаль і клітковину. У випадку розладу роботи шлунково-кишкового тракту змінюються умови існування для мікрофлори, що спричиняє різку зміну її складу. Це явище носить назву дисбактеріозу. Мікробіологічні дослідження показали, що при цьому порушується звичайне співвідношення фізіологічних груп мікробів: різко зменшується кількість кишкової палички, вульгарного протея, коків і бацил. Якісні зміни кишкової мікрофлори відбуваються також при ентеритах. З'являються штами кишкової палички, які неспроможні ферментувати молочний цукор і аглютинуються паратифозними сироватками. Такі культури токсичні, можуть гемолізувати еритроцити і виробляти фермент гіалуронідазу. Це співпадає з вираженою патогенністю таких мікроорганізмів у молодняку сільськогосподарських тварин. В міру видужування тварин мікрофлора

кишечника поступово нормалізується. [3]

Величезна кількість мікробів (до 40 % сухої речовини вмісту) у товстій кишці, особливо їх багато в прямій кишці, де найбільш сприятливі умови для існування мікроорганізмів.

Мікрофлора дихальних шляхів. З повітрям тварини вдихають велику кількість частинок пилу і адсорбованих на них мікроорганізмів. Більшість з них затримуються на слизовій оболонці носа і лише незначна кількість проникає в бронхи. Альвеоли легень і кінцеві розгалуження бронхів здебільшого стерильні і тільки при наявності патологічних змін заселяються мікробами. Внутрішні органи, тканини, кров, лімфа в нормі стерильні. **Мікрофлора сечостатевого органів.** В нормальному стані мікрофлора зустрічається лише зовні сечостатевого шляхів (стафілококи, стрептококи, кишкова паличка тощо). Слизова оболонка і її виділення пригнічують ріст багатьох видів мікроорганізмів. [2]

Питання для самоперевірки

1. Мікрофлора ґрунту
2. Мікрофлора води
3. Мікрофлора атмосфери
4. Мікрофлора тіла тварин

Список використаної літератури

1. Асонов Н.Р. Микробиология / Н. Р. Асонов. – М. : «Колос», «Колос-Прес», 2002. – 352 с.
2. Микробиология / [В. В. Власенко, І. Г. Власенко, І. В. Березовський та ін.]. – Вінниця : «Едельвейс і К», 2011. – 200 с.
3. Микробиология : практик. для лабор. робіт / [В. В. Власенко, І. Г. Власенко, В. В. Блащук та ін.]. – Вінниця : «Едельвейс і К», 2010. – 100 с.
4. Власенко В. В. Практикум з мікробіології / В. В. Власенко, І. В. Березовський. – Вінниця, 2005.
5. Краткий определитель бактерий Берги / под ред. Дж. Хоулта. – М. : Мир, 1985. – 495 с.

Навчально-методичне видання

Хімія
Конспект лекцій

з дисципліни

«Мікробіологія»

Частина 1

для здобувачів вищої

освіти

першого (бакалаврського) рівня
спеціальностей

241 «Готельно-ресторанна справа», 027 "Музеєзнавство,
пам'яткознавство" ОС "Бакалавр"

Видруковано у редакційно-видавничому центрі МДУ
89600, м. Мукачево, вул. Ужгородська, 26
Тел. 2-11-09

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи до
Державного реєстру видавців, виготовлювачів і розповсюджувачів видавничої продукції Серії ДК
№ 6984 від 20.11.2019 р.



МУКАЧІВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

89600, м. Мукачево, вул. Ужгородська, 26

тел./факс +380-3131-21109

Веб-сайт університету: www.msu.edu.ua

E-mail: info@msu.edu.ua, pr@mail.msu.edu.ua

Веб-сайт Інституційного репозитарію Наукової бібліотеки МДУ: <http://dspace.msu.edu.ua:8080>

Веб-сайт Наукової бібліотеки МДУ: <http://msu.edu.ua/library/>