

Волинський національний університет імені Лесі Українки
Факультет хімії, екології та фармації
Кафедра екології та охорони навколишнього середовища

Музиченко Оксана

БІОЛОГІЧНЕ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА

Частина 2

Конспект лекцій

Луцьк – 2023

УДК 504.5(07)
М 89

Рекомендовано до друку науково-методичною радою Волинського національного університету імені Лесі Українки (протокол №8 від 26 квітня 2023 р.).

Рецензенти:

Гулай О.І., д.п.н., професор кафедри матеріалознавства Луцького національного технічного університету;

Боярин М.В., к. г. н., доцент кафедри екології та охорони навколишнього середовища Волинського національного університету імені Лесі Українки.

Музиченко О.

М 89 Біологічне та мікробіологічне забруднення навколишнього середовища. Частина 2. Конспект лекцій для студентів спеціальності 101 Екологія. Луцьк : Вид-во Вежа Друк, 2023. 48 с.

У конспекті лекцій наведені теоретичні відомості про структуру мікробних екосистем води, ґрунту, повітря, мікрофлори об'єктів навколишнього середовища, взаємовідносини мікроорганізмів в мікробних асоціаціях та з макроорганізмом тощо, а також біологічне забруднення навколишнього середовища патогенними грибами, представниками флори та фауни.

Методичні вказівки призначені для студентів спеціальності 101 Екологія.

ЗМІСТ

Вступ	4
Мікроорганізми і навколишнє середовище	5
Взаємовідносини між мікроорганізмами	11
Екологія мікроорганізмів. Мікрофлора ґрунту	13
Мікрофлора води	15
Мікрофлора повітря	17
Загальна характеристика грибів. Морфологія грибів	18
Отруйні рослини України	26
Поширення інвазійних видів в Україні	34
Література	47

ВСТУП

«Біологічне забруднення навколишнього середовища» є освітнім компонентом при підготовці здобувачів за спеціальністю 101 Екологія.

Як відомо, у сучасному світі існує величезна кількість небезпек, які мають безпосередній вплив на людину, природне середовище, тому запобігання ураженню є важливим завданням.

Під біологічним забрудненням розуміють появу в екосистемі або створення сприятливих умов для існування живих організмів, не характерних (чужорідних) для даного типу екосистем, що призводить до порушення сформованих біотичних зв'язків, виснаження ресурсів, забруднення довкілля продуктами їх життєдіяльності.

До біологічних небезпек можна віднести отруйні рослини, гриби, тварини та продукти їх життєдіяльності; різноманітні бактерії, віруси, токсини. Всі вони завдають шкоду різної ступені важкості та можуть призвести до загибелі живих організмів, негативного впливу на екосистеми.

Це диктує необхідність вивчення в даному освітньому компоненті таких питань як роль мікроорганізмів у біосфері, вплив факторів середовища на їх життєдіяльність, різноманітні взаємовідносини як між мікроорганізмами, так і між мікро- та макроорганізмами. Володіючи високим адаптаційним потенціалом мікроорганізми присутні у всіх оболонках планети – воді, повітрі, ґрунті, що вимагає детального вивчення.

У конспекті лекцій увага зосереджена на впливі живих організмів, а саме – грибів, рослин, комах, тварин та продуктів їх життєдіяльності на організм людини та екосистеми загалом. Розглядається питання біологічних інвазій різних таксонів та їх значення у функціонуванні наземних та водних екосистем.

Знання про біологічні загрози та попередження процесів їх розвитку є необхідною умовою стабільності функціонування екосистем та біосфери в цілому.

МІКРООРГАНІЗМИ І НАВКОЛИШНЄ СЕРЕДОВИЩЕ

Фактори середовища, що мають вплив на мікроорганізми.

Умови довкілля мають велике значення для життєдіяльності мікроорганізмів. Чим сприятливіші вони, тим інтенсивніше розвиваються мікроби, і навпаки.

Усі чинники зовнішнього середовища, які впливають на розвиток прокариотів, можна розподілити на три основні групи: фізичні, хімічні і біологічні. До фізичних факторів належать: волога, температура, концентрація розчинених речовин, світло та інші форми променевої енергії, радіохвилі, ультразвук. Серед хімічних чинників розрізняють рН середовища, отруйні речовини, кисень тощо. До біологічних належать різного типу взаємозв'язки і взаємовідношення між бактеріями, а також між ними та іншими організмами довкілля (симбіоз, метабіоз, коменсалізм, синергізм, антагонізм, паразитизм тощо).

Фізичні фактори.

Волога. Активна життєдіяльність бактерій можлива лише в умовах достатнього зволоження. Надходження поживних речовин у клітину та виділення продуктів обміну в зовнішнє середовище можливі тільки при достатньому вмісті води. Найменша кількість води, при якій ще можливий розвиток прокариотів, становить 20-30 % загальної маси організму. Менш вимогливі до умов зволоження цвілеві гриби. Вони можуть розвиватися навіть тоді, коли вміст вологи в субстраті дорівнює 10-15%. За мінімальною потребою у волозі розрізняють:

гідрофіти – мікроорганізми, що розвиваються при відносній вологості середовища 96-98% (до них відноситься більшість бактерій);

мезофіти – мікроорганізми, які живуть при вологості середовища 92-94% (це більшість грибів і дріжджів);

ксерофіти – мікроорганізми, що потребують не більше 90% вологості (до них відносять деякі гриби).

Більшість мікробів витримують висушування. Наприклад, туберкульозні палички після висушування зберігають свою життєздатність протягом кількох місяців, а спори сибірки – упродовж 10 років. Молочнокислі бактерії і дріжджові гриби зберігають життєздатність після висушування протягом кількох років. Ця властивість мікробів широко використовується, наприклад, для отримання сухих заквасок, які застосовуються при виготовленні різних молочнокислих продуктів тощо, а також для зберігання музейних мікробів. При цьому культури піддаються заморожуванню в умовах вакууму (*ліофілізація*).

Також здавна застосовується зберігання різних харчових продуктів у сухому вигляді. Сухі продукти не є стерильними і завжди містять різні мікроорганізми, серед яких можуть бути і патогенні форми. У висушеному стані багато мікроорганізмів зберігаються життєздатними протягом тривалого часу. Наприклад, черевнотифозні бактерії, більшість стафілококів і мікрококів, молочнокислі бактерії можуть зберігатися в сухому вигляді тижнями і

місяцями, а оцтовокислі бактерії відмирають швидко. Стійкі до висушування дріжджі. Спори бактерій у висушеному стані зберігають здатність до проростання протягом десятків років.

Температура. Мікроорганізми не регулюють температуру свого тіла, а тому існування їх визначається температурою оточуючого середовища. Розрізняють три основні температурні зони, які мають вирішальне значення для розвитку бактерій: *мінімум, оптимум і максимум*. Найменша температура, при якій можуть розвиватися дані мікроби, називається *мінімальною*. Найвища температура, при якій ці самі організми ще можуть жити, називається *максимальною*. Між двома крайніми точками є температура, при якій прокаріоти розвиваються найкраще. Така температура дістала назву *оптимальної*.

Щодо температурних умов, усі мікроорганізми прийнято поділяти на три групи: **психрофіли, мезофіли, термофіли**.

Психрофіли – холодолюбні мікроби. Мінімальні температури для них – у межах від -10 до 0 °С, оптимальні – від 10 до 15 °С і максимальні – близько 30°С. Психрофіли живуть у ґрунтах полярних країн, холодних морях і океанах, льодах, на заморожених продуктах тощо.

Мезофіли – мікроорганізми, мінімальні температури для яких перебувають у межах від 0 до 10°С, оптимальні – близько 25-35°С, максимальні – 40-50 °С. До них належать більшість сапрофітних і патогенних мікроорганізмів, наприклад, кишкова паличка, протей, стафілокок та інші.

Термофіли – група теплолюбних мікробів, які можуть розвиватися при відносно високих температурах.

Зниження температури нижче оптимальної не так згубно впливає на прокаріотів, як її підвищення понад максимальну. На явищі впливу високих температур ґрунтуються поширені способи знезараження продовольчих продуктів, поживних середовищ, посуду та інструментів. Вони дістали назву пастеризації і стерилізації.

Пастеризація – це нагрівання продукту до 90-100°С, тривалість процесу залежить від температури і звичайно складає 20-40 хв. При пастеризації гинуть не всі мікроорганізми. Деякі термостійкі бактерії, а також спори багатьох бактерій залишаються живими. У зв'язку з цим пастеризовані продукти варто охолоджувати до температури не вище 10°С і зберігати на холоді, щоб затримати проростання спор і розвиток збережених клітин. Пастеризують молоко, пиво, ікру, фруктові соки і деякі інші продукти.

Стерилізація – це нагрівання при температурах вище 100°С протягом певного часу, при якому відбувається загибель вегетативних клітин мікроорганізмів і їхніх спор. Стерилізації піддають різні банкові консерви, багато предметів і матеріалів, які використовуються в медичній і мікробіологічній практиці.

Низькі температури мікроби витримують порівняно легко. При дії низьких температур прокаріоти можуть впадати в анабіотичний стан, зберігаючи тривалий час свою життєдіяльність. Низькі температури широко використовуються для зберігання різних продуктів, які швидко псуються.

Термостійкість мікроорганізмів характеризує відношення до температур, що перевищують максимальну для їх розвитку. Загибель настає не миттєво, а протягом певного часу. Температури, які ненабагато перевищують максимальну, викликають явище «теплого шоку». При нетривалому перебуванні в такому стані клітини можуть реактивуватися, при тривалому – настає їх відмирання. Більшість безспорних бактерій відмирають при нагріванні у вологому стані до 60-70°C протягом 15-30 хв, а при нагріванні до 80-100°C – від декількох секунд до 1-2 хв.

Холодостійкість мікроорганізмів характеризує їх відношення до впливу низьких температур. При температурі середовища нижче оптимальної зменшується швидкість розмноження мікроорганізмів та інтенсивність їх життєвих процесів.

Механізм дії низької температури на мікробну клітину полягає у гальмуванні в ній процесів метаболізму, припиненні росту і розмноження та переході мікроба в стан анабіозу.

Випромінювання. Пряме сонячне світло шкідливо впливає на більшість видів бактерій. Тільки фототрофні мікроорганізми витримують вплив сонячної радіації порівняно легко. Вплив різних видів випромінювання на прокаріотів залежить від довжини хвилі, а також інтенсивності і тривалості випромінювання.

Найбільшою довжиною характеризуються радіохвилі. Вони не викликають біологічного ефекту. Дещо меншу довжину хвилі мають інфрачервоні промені. При поглинанні живим організмом вони перетворюються на тепло. Видиме світло, з довжиною хвилі від 300 до 800 нм, поглинається фотосинтезуючими прокаріотами і перетворюється на хімічну енергію. Цей вид випромінювання індукує такі процеси у прокаріотів, як фотосинтез, фототаксис, фотореактивацію ДНК тощо.

Найбільш згубними для бактерій є короткохвильові промені, наприклад, ультрафіолетові (УФ) з довжиною хвилі 250-260 нм. Вони поглинаються ДНК, РНК і білками та зумовлюють зміни їхніх молекул, що призводить до пошкодження клітини. УФ-промені викликають також мутагенний ефект, спричиняючи спадкові зміни прокаріотів, а тому їх часто використовують для одержання мутантів різних мікроорганізмів. Штучні джерела УФ-променів – бактерицидні лампи – широко використовують для дезінфекції повітря, холодильних камер, лікувальних і виробничих приміщень тощо.

Іонізуюче випромінювання на мікроорганізми може діяти згубно (бактерицидна дія) або викликати мутагенний ефект. Ефективність дії іонізуючої радіації залежить від виду, дози і об'єкту опромінення. Наприклад, прокаріоти набагато витриваліші до дії ядерних випромінювань, ніж вищі організми. Тіонові бактерії, які живуть у покладах уранових руд, мають високу стійкість до радіації.

Ультразвук. Ультразвукові хвилі мають частоту коливання понад 16 000 Гц. Вони виявляють згубну дію на різні мікроорганізми: зумовлюють розпад високомолекулярних сполук, коагуляцію білка, інактивують ферменти, токсини, спричинюють розрив клітинної стінки тощо. До дії ультразвуку

чутливі (різною мірою) всі прокариоти.

Осмотичний тиск. Важливе значення для життя прокариотів має осмотичний тиск, величина якого визначається концентрацією розчинених речовин у середовищі. Цитоплазматична мембрана бактеріальної клітини регулює проникнення в клітину і вихід із неї води і розчинених речовин, зберігаючи при цьому осмотичну рівновагу. Надходження води з довкілля у клітину можливе лише в тому випадку, коли осмотичний тиск в клітині буде більшим, ніж тиск зовнішнього розчину. В природних умовах сумарний осмотичний тиск у зовнішньому середовищі звичайно дещо нижчий, ніж у мікробній клітині. Це забезпечує приплив води до клітини. Вода, що надходить до мікробної клітини, притискає цитоплазму та цитоплазматичну мембрану до клітинної стінки, створюючи внутрішній тиск або *тургор*, який перешкоджає подальшому проникненню води. В нормальному стані мікробна клітина має певний *тургорний тиск*, при якому вона проявляє найбільшу активність. Тургорний тиск може дорівнювати 3-8 атм. або сягати кількох десятків чи навіть сотень атмосфер.

При високому осмотичному тиску в середовищі клітина втрачає здатність поглинати з нього воду, що згубно діє на неї. Тургор клітини порушується, протопласт зморщується та відходить від клітинної стінки. Це явище називається *плазмолізом* клітини.

Якщо осмотичний тиск у зовнішньому середовищі значно нижчий, ніж у клітині, відбувається *плазмоплиз* клітини – цитоплазма переповнюється водою, що може призвести до розриву клітинної оболонки. Як плазмоліз, так і плазмоплиз є шкідливими процесами, оскільки викликають незворотні процеси, що можуть призвести до загибелі мікробної клітини.

Нормальний осмотичний тиск у клітині визначається в межах від 3 до 7 атм. Мікроорганізми, які добре розвиваються при нормальному тиску, отримали назву *осмотолерантних*. Мікроби, що краще розвиваються при підвищеному осмотичному тиску, називаються *осмофільними*. Є бактерії, які потребують для свого росту і розвитку високої концентрації солей (NaCl). Вони краще ростуть при концентрації солі в середовищі в межах 20-30%. Ці прокариоти дістали назву *галофілів*.

Гідростатичний тиск. Прокариоти по-різному реагують на дію гідростатичного тиску. Наприклад морські бактерії, що мешкають на глибині 1000-10000 м, можуть витримувати тиск до 900 атм. Деякі бактерії, дріжджі, цільові гриби витримують тиск до 3000 атм, а фітопатогенні віруси – до 5000 атм. Бактерії, які ростуть при звичайному та підвищеному тиску, називають *баротолерантними*.

Мікроорганізми, що краще розвиваються при високому тиску, належать до *барофільних* організмів. Під дією гідростатичного тиску змінюються активність ферментів і біохімічні властивості бактерій.

Хімічні фактори.

Хімічний склад середовища істотно впливає на ріст і розвиток прокариотів. Від нього залежить надходження поживних речовин, і він визначає

реакцію середовища, її окислювально-відновний потенціал.

Реакція середовища (рН). Визначається концентрацією водневих (H^+) і гідроксильних (OH^-) іонів у водному розчині. Для кількісної характеристики реакції середовища вводять величину рН – водневий показник, який характеризує ступінь його кислотності (рН від 7 до 1) або лужності (рН від 7 до 14). Реакція середовища є одним з важливих факторів, який визначає розвиток бактерій.

Ступінь кислотності або лужності середовища справляє великий вплив на життя мікроорганізмів. До найбільш кислих природних середовищ належать гарячі кислі джерела і їхні ґрунти, рН у них іноді може сягати 1. З цих місць виділено бактерії, які водночас є ацидофілами і термофілами. У природі також трапляються такі лужні джерела і озера, рН яких може сягати 8-11. З них виділено бактерії, які можуть добре рости при рН = 8-10 (ціанобактерії та інші).

Від реакції середовища залежить активність ферментів, яка є основою біохімічної активності мікробів. Наприклад, відомо, що ті самі дріжджі у кислому середовищі утворюють при зброджуванні цукру багато етилового спирту і незначну кількість гліцерину. В лужному субстраті, натомість, вони утворюють із цукру велику кількість гліцерину і дуже мало етанолу.

Всі мікроорганізми за їх відношенням до кислотності середовища можуть бути розподілені на кілька груп.

Нейтрофіли, для яких діапазон оптимального значення рН складає 6,5-7,5. Серед цієї групи багато бактерій здатні виявляти кислото-толерантність чи луготолерантність і розвиватися в широкому діапазоні рН – від 4 до 9. До кислототолерантів відносяться бактерії, які накопичують органічні кислоти в процесі метаболізму клітини – молочнокислі, оцтовокислі та інші.

Прикладом луготолерантних мікроорганізмів є амоніфікуючі, нітрифікуючі бактерії, бактерії роду азотобактер, ентеробактерії і тощо.

Ацидофіли, які розвиваються в кислому середовищі зі значенням рН 2-3. До помірних ацидофілів відносяться бактерії, які живуть у воді кислих боліт і озер, а також у кислих ґрунтах при рН 3-4. Крайні ацидофіли виділяються з териконів вугільних шахт і гарячих кислих джерел. Прикладом крайніх ацидофілів є бактерії родів *Thiobacillus* і *Sulfomonas*, а також *Thermoplasma acidophila*.

Алкалофіли складають протилежну ацидофільним мікроорганізмам групу, для яких оптимальним діапазоном рН є лужне середовище від 9 і вище. До алкалофільних бактерій відносяться представники роду *Bacillus* і *Vibrio cholerae* (холерний вібріон), розмноження якого активізується при рН вище 9.

Більшість бактерій краще розвиваються в нейтральному або слабо лужному середовищі. Добре витримують кислотність оцтовокислі, молочнокислі та деякі інші види бактерій. Дуже чутливі до високої кислотності гнильні бактерії. Мікроорганізми, які добре розвиваються в лужному середовищі, дістали назву *алкаліфільних*. Наприклад холерний вібріон добре розмножується при рН = 9.

Хімічні речовини.

Залежно від хімічного складу, концентрації, температури, тривалості дії, виду прокаріотів хімічні речовини можуть чинити на мікроорганізми стимулюючу, бактеріостатичну (пригнічуючу) і бактерицидну дію. Речовини, які діють на мікроби токсично, називають антисептиками, їх дуже широко використовують проти різних шкідливих мікроорганізмів.

За характером дії хімічні речовини поділяють на кілька груп:

а) поверхнево-активні речовини – жирні кислоти, мила, інші ПАР; ці речовини найчастіше пошкоджують клітинну стінку;

б) етанол, крезол, фенол та їхні похідні не тільки пошкоджують оболонку, а й діють руйнівно на білки цитоплазми;

в) барвники – актифлавін, реванол та інші – діють на ДНК і РНК, порушують цитокинез;

г) формалін спричинює денатурацію білків, згубно діє на вегетативні клітини і спори;

д) солі важких металів (мідь, срібло, свинець, цинк, ртуть та інші).

Бактерицидна дія важких металів може бути проілюстрована на прикладі срібла. Концентрація солей срібла в розведенні 1:100000 згубно діє на різні види мікробів. У садівництві, наприклад, розчини солей міді, цинку й заліза застосовують для сприскування плодкових дерев при зараженні їх бактеріальними і грибовими хворобами.

Окиснювачі (хлор, пероксид водню, йод, перманганат калію та інші) широко використовують для дезінфекції питної води, в медицині, сільському господарстві тощо.

Кисень. Трапляється в природі як у вільному, так і в зв'язаному стані; є обов'язковим компонентом будь-якої клітини. Переважна більшість живих організмів використовують обидві форми кисню. За відношенням до молекулярного кисню серед мікроорганізмів розрізняють:

Облігатні аероби. У клітинах облігатних аеробів молекулярний кисень витрачається на процеси дихання як кінцевий акцептор водню, менша частина його включається в молекули різних сполук.

Облігатні анаероби. Дещо менша група прокаріотів, для життєдіяльності яких молекулярний кисень не потрібний. До них відносяться маслянокислі, метаноутворюючі, сульфатвідновлюючі і деякі інші бактерії. В клітинах облігатних анаеробів окислення субстрату відбувається без участі кисню. Серед бактерій цієї групи є мікроорганізми, нездатні жити навіть при незначній концентрації молекулярного кисню в середовищі. До них відносяться представники родів *Methanobacterium*, *Methanosarcina* тощо.

Факультативні анаероби або факультативні аероби. Здатні рости як в аеробних, так і в анаеробних умовах і переключати свій енергетичний метаболізм з одного способу одержання енергії на інший. Прикладом факультативних анаеробів є денітрифікуючі бактерії, більшість дріжджів, а також велика група ентеробактерій.

Мікроаерофіли. Для них молекулярний кисень необхідний у незначних кількостях – не більше 2%.

Біологічні фактори.

Антибіотики. Ці речовини належать до вторинних метаболітів, їх біосинтез не зв'язаний з ростом мікроорганізмів і вони не є життєво необхідними. Вони утворюються тільки при певних умовах для забезпечення їх продуцентів в умовах конкуренції. Деякі з них можуть виконувати низку фізіологічних функцій в організмі.

Фітонциди. Про лікувальні властивості вищих рослин було відомо ще в глибоку давнину, проте бактерицидну властивість рослинних виділень вперше було засвідчено Б.П. Токіним у 1928 р. Ці рослинні виділення було названо *фітонцидами*.

Фітонциди – біологічно активні речовини, які виділяються рослинами і характеризуються бактерицидними, фунгіцидними і протистоцидними властивостями. Б.П. Токін вперше звернув увагу на те, що фітонциди володіють антибіотичними властивостями. Разом з В.Г. Дроботько, Б.Ю. Айзман та іншими дослідниками він науково обґрунтував доцільність використання фітонцидів у медицині та інших галузях народного господарства.

Практично майже кожній рослині притаманні фітонцидні властивості, але не однаковою мірою. Найактивнішою бактерицидною дією характеризуються цибуля, часник, гірчиця, хрін, алое, кропива, полин, черемха, горіх, евкالیпт, цитрусові тощо. До складу фітонцидів входять альдегіди, алкалоїди, глікозиди, синильна кислота, хінони і ефірні олії тощо. Серед названих сполук надзвичайно високою антимікробною активністю володіють алкалоїди (анабазин, нікотин, хінін та ін.).

Чимало антибіотичних препаратів рослинного походження широко використовуються в медицині, сільському господарстві та інших галузях: аліцин, добутий із часнику; аренарін, виділений із цмину піскового; берберин, який одержують з багатьох видів рослин з родини жовтецевих. Ці препарати виявляють бактерицидну дію на стрептококи, стафілококи, дифтерійну паличку, гонококи і сальмонели. Фітонциди іманін і новоіманін, виділені зі звіробою звичайного, виявилися високо активними проти бактерій і вірусів рослин. Виділений з бавовнику антибіотичний препарат госіпол застосовується для лікування оперізуючого лишая, псоріазу та інших вірусних захворювань.

Серед інших рослинних антибіотиків, які виявляють антимікробну дію, слід назвати: лютенарин, виділений з кореневищ глечиків жовтих; ксантин – із коноплі посівної; рафін – із редьки чорної; сальвій – із шавлії лікарської; хінін – з кори хінного дерева і хлорофіліпт – з листків евкالیпту. Вважають, що фітонциди є одним із факторів імунітету рослин, також вони відіграють важливу роль у взаємовідносинах організмів у біоценозах. Великий внесок стосовно вивчення і впровадження в практику фітонцидних препаратів зробили вчені Інституту мікробіології і вірусології ім. Д. К. Заболотного НАН України.

ВЗАЄМОВІДНОСИНИ МІЖ МІКРООРГАНІЗМАМИ

Взаємовідносини різних організмів, які живуть в екосистемі, бувають найрізноманітнішими. Мікроби об'єднані в стійкі екологічні системи –

мікробіоценози. Мікроорганізми в різних угрупованнях пов'язані між собою енергетичними ланцюгами і відчувають взаємний вплив. Взаємовідносини між організмами в цих угрупованнях складні й динамічні через постійні зміни екологічних умов і мінливість самих мікроорганізмів. Вивчення цих взаємовідношень має надзвичайно важливе значення для розуміння кругообігу речовин у природі, утворення ґрунтів, еволюції видів прокариотів.

Упродовж еволюції в живій природі виникли різноманітні взаємовідносини як між мікроорганізмами, так і між мікро- та макроорганізмами.

Симбіоз – взаємно корисне співіснування організмів різних видів. Розрізняють *ендосимбіоз* (мікроорганізм росте і розвивається у середині клітини-господаря) та *ектосимбіоз* або *екзосимбіоз* (мікроорганізм займає зовнішнє положення по відношенню до клітин господаря).

Прикладом симбіозу є співжиття молочнокислих бактерій і дріжджів. Бактерії утворюють молочну кислоту, яка підкислює середовище, створюючи сприятливі умови для росту дріжджів. Останні синтезують ростові речовини, необхідні для розвитку бактерій. Інші приклади симбіозу – лишайник (симбіоз водорості й гриба), бульбочкові бактерії та бобові рослини.

Симтрофізм – відношення мікроорганізмів, при яких спостерігається взаємне постачання необхідними поживними речовинами. Наприклад: гриб роду *Mucor* і дріжджі роду *Rhizotorula* потребують вітамін В₁ (тіамін). Якщо ці мікроорганізми вирощувати в змішаній культурі, то перший вид буде виділяти пірідитовий, а другий тіазоловий компоненти і потреби обох будуть задоволені.

Мутуалізм – різновидність симбіозу, при якому також існує взаємосприятливий вплив обох партнерів, наприклад взаємовідносини між мікрофлорою рубця жуйних і організмом тварини. Бактерії розкладають клітковину в рубці до сполук, які засвоюються організмом хазяїна, а останній забезпечує бактерії поживними речовинами і захищає їх від несприятливих умов.

Коменсалізм – форма симбіозу, при якій має вигоду тільки один партнер, не завдаючи ані шкоди, ані користі іншому. Прикладом цього може бути симбіоз організму людини з нормальною мікрофлорою її тіла (сапрофітна мікрофлора шкіри, травного каналу тощо).

Метабіоз – взаємовідносини між мікробами, при яких продукти метаболізму одного виду прокариотів використовуються як пожива або енергетичний матеріал іншим видом мікробів. Наприклад, амоніфікатори розкладають білки з утворення КНЗ, який використовується нітрифікуючими бактеріями.

Синергізм. При цій формі взаємовідносин у симбіонтів взаємно посилюються фізіологічні функції і виникають нові властивості. Це явище можна спостерігати при співжитті оцтовокислих бактерій і дріжджів. Бактерії перетворюють цукри на кислоти, які використовуються дріжджами, а останні забезпечують бактерії вітамінами.

Сателізм – різновид асоціативних взаємин, який передбачає стимуляцію

одного мікроорганізму іншим. Так, дріжджові гриби і сарцини, що продукують різні амінокислоти і вітаміни, дуже часто сприяють росту і розмноженню інших, більш вимогливих до живильного субстрату бактерій – молочнокислих або оцтовокислих.

Метабіоз – взаємини, при яких один мікроорганізм своєю життєдіяльністю створює умови для розвитку іншого, який, як правило, продовжує процес, початий першим.

Наприклад, амоніфікуючі бактерії розкладають органічні азотовмісні сполуки з утворенням аміаку, створюючи тим самим субстрат для розвитку нітрифікаторів.

Целюлозолітичні бактерії, розкладаючи клітковину, накопичують у середовищі різні цукри і органічні кислоти, необхідні як джерела вуглецю для розвитку мікроорганізмів роду *Azotobacter*. Саме метабіотичні відносини мікроорганізмів лежать в основі кругообігу основних біогенних елементів у природі.

Антагонізм – тип співіснування, коли продукти життєдіяльності одного виду гальмують розвиток іншого або навіть визивають його загибель (наприклад: молочнокислі бактерії служать антагоністами гнилісним мікроорганізмам).

В багатьох випадках негативна дія мікробів-антагоністів пов'язана з виділенням ними в середовище антибіотиків (біологічно активні хімічні речовини, здатні навіть в малих кількостях подавляти ріст мікроорганізмів). Відомо вже більше 2000 антибіотиків. До синтезу антибіотиків здатні головним чином гриби (*Aspergillus*, *Penicillium*), актиноміцети (*Streptomyces*) та деякі бактерії. Як хіміотерапевтичний засіб застосовують біля п'ятидесяти (пеніцилін, стрептоміцин, граміцидин С, хлортетрациклін, грізеофульвін та ін.).

Відкриття явища антагонізму належить Л. Пастеру (1877), який дослідив загибель збудника сибірської виразки в спільній культурі його з синьогнійною паличкою. Ідею використання антагонізму мікробів в медицині вперше запропонував І.І. Мечніков. Він посилено пропагував використання молочнокислих бактерій (болгарської палички – *Lactobacillus bulgaricum*) для нормалізації мікрофлори кишечника і придушення гнильних мікробів.

Паразитизм – один мікроорганізм розвивається за рахунок іншого, призводячи до його загибелі, є крайнім проявом конкурентних взаємин мікроорганізмів. Паразитизм без контакту з господарем в ґрунті зустрічається досить часто і проявляється в тому, що паразити виділяють ферменти, які здатні розчиняти атаковані клітини бактерій.

Паразитизм в контакті з господарем проявляється в нападі одних мікроорганізмів на інші: поїдання бактерій – найпростіших; бактерії роду *Vibrio* здатні вбивати і поїдати бактерії інших видів; окремі види грибів поїдають водорості або інші види грибів, особливо хижі гриби *Chytridiales*.

ЕКОЛОГІЯ МІКРООРГАНІЗМІВ. 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.

Найважливішим з едафічних (основних) факторів життя мікроорганізмів у ґрунті є ґрунтовий розчин, що містить органічні, мінеральні та газоподібні сполуки. Волога не тільки здійснює безпосередній фізіологічний вплив на мікробіологічну активність, а й видозмінює інші важливі екологічні фактори – температуру, аерацію ґрунту, засвоєння джерел живлення мікробами і рослинами, зумовлює рухливість хімічних елементів і транспортування їх до асиміляційних органів.

Загальну кількість мікроорганізмів визначають двома способами: підраховують клітини і роблять посів на штучні живильні середовища. При підрахунку клітин визначають кількість мікробів у досліджуваній наважці ґрунту.

Висівають мікроорганізми, щоб встановити їх видовий склад і кількість. Наведені способи визначення кількості мікроорганізмів у ґрунті дають лише відносний показник густоти мікробного населення.

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.

Таблиця 1

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

Ґрунт	Стан ґрунту	Загальна кількість мікробів на 1 г ґрунту
Підзолисті	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.

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.

Інтенсивність росту мікроорганізмів у ризосфері різних рослин протягом вегетаційного періоду неоднакова. Найбільша кількість мікробів припадає на період інтенсивного розвитку рослин. Виділяючи внаслідок життєдіяльності вітаміни, амінокислоти, токсини тощо, мікроби пригнічують ріст рослин, або, навпаки, стимулюють його.

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.

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 людині.

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).

Наявність у ґрунті патогенних мікроорганізмів небезпечна для людини та тварин. До типових ґрунтових патогенів належать збудники сибірки, правця, газової ганґрени та злоякісного набряку. Деякі інфекції називають навіть ґрунтовими, як, наприклад, сибірку, емфізематозний карбункул, правець, спорові форми яких можуть зберігатися в ґрунті десятиріччями. З неспоривих мікробів у ґрунті можуть бути збудники туберкульозу, сальмонельозу, бешихи свиней тощо.

Ґрунт є природним середовищем, де починається і завершується життєвий цикл багатьох видів грибів (сажкових, іржастих, борошнесторосяних тощо). Частки ґрунту, попадаючи на сіно, соломі, зерно під час збору врожаю, переносять на них численну кількість бактерій, а також спор різних видів грибів, в тому числі і токсигенних, які не тільки знижують харчову цінність кормів, але й зумовлюють їх токсичні властивості. Тому корми певного агробіоценозу (з врахуванням типу ґрунту, видів рослин тощо) характеризується неоднаковим складом видів мікроміцетів (залежно від екотопу). З ґрунту мікроби надходять у воду та повітря.

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.

У ґрунтових водах, озерах, річках, морях, океанах та інших водоймах завжди міститься значна кількість мікроорганізмів. Більшість з них потрапляє у воду з ґрунту та повітря. Особливий вплив на мікрофлору води (як і на мікробіоту ґрунту) справляють антропогенні, або фактори людської культури. Прісноводні екосистеми з питною водою є внутрішніми (континентальними) водоймами, що утворені проточними і стоячими водами.

Екологічна класифікація водних організмів, як і наземних, ґрунтується на принципах використання ними джерел вуглецю (*автотрофи і гетеротрофи*), енергії (*фототрофи і хемотрофи*) 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.

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.

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 м утворює плівку, під якою створилась мертва зона) і залучається до нових циклів біологічного перетворення. Так, H_2S окиснюється 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.

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 зберігатися патогенні мікроорганізми. Особливо небезпечні стоячі водойми, в які потрапили збудники сибірки, анаеробних інфекцій, лептоспірозу

тощо. У стічній воді довго функціонує і вірус ящуру.

У зв'язку з тим, що вода часто забруднюється фекаліями, які містять багато різних видів кишкової мікрофлори, в тому числі *E. coli*, *колі-титр* (найменша кількість води в мілілітрах, в якій виявляється хоч би одна клітина кишкової палички) та *колі-індекс* (кількість клітин *E. coli*, виявлених в 1 л води) є показниками забруднення води мікроорганізмами кишкової групи, серед яких можуть бути й патогенні. Так, вода колодязів і артезіанських джерел вважається доброякісною при показниках *колі-титру* не менше 100, *колі-індексу* – не більше 9, а водопровідна вода – при *колі-титрі* не менше 500 і *колі-індексі* не вище 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.

Кількість мікробів у повітрі коливається у великому діапазоні. Найбільш забруднені нижні шари повітря. На відкритих і в гористих місцевостях їх менше, ніж в приміщеннях та у низині. Наприклад, вміст мікробів у 1 м³ повітря (за Войтовичем) становить: у скотному дворі – 1-2 млн., у житловому приміщенні – близько 20 тис, на вулицях міст – 5 тис, у міському парку – 200, над морем – 1-2, в Арктиці – 0-1. Ці дані свідчать про залежність мікрофлори повітря від розміщення об'єктів, місцевості, кліматометеорологічних факторів, наявності поселень тощо.

Проте повітря не є сприятливим для мікробів. Вони гинуть у повітрі під впливом дії прямих променів сонця, висушування, при відсутності живильних сполук тощо. Тривалий час у повітрі можуть зберігатись стійкі спороутворюючі форми.

Ряд інфекційних хвороб людини та тварин – чума, грип, пневмонія 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°C 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.

ЗАГАЛЬНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГРИБІВ. МОРФОЛОГІЯ ГРИБІВ

Гриби – багатоклітинні або одноклітинні нефотосинтезуючі (безхлорофільні) еукаріотичні мікроорганізми з товстою клітинною стінкою. Вони мають ядро з ядерною оболонкою, цитоплазму з органелами, цитоплазматичну мембрану і багатошарову ригідну клітинну стінку, яка складається з декількох типів полісахаридів (манани, глюкани, целюлози, хітину), а також білка, ліпідів та ін. Деякі гриби утворюють капсулу. Цитоплазматична мембрана містить глікопротеїни, фосфоліпіди і ергостероли (на відміну від холестерину – головного стеролу тканин ссавців).

Більшість грибів – облигатні або факультативні аероби. Гриби широко розповсюджені в природі, особливо в ґрунті. Деякі гриби сприяють виробництву хліба, сиру, молочнокислих продуктів і алкоголю. Інші гриби продукують антимікробні антибіотики (наприклад, пеніцилін), імунодепресивні ліки (наприклад, циклоспорин). Гриби використовують генетики і молекулярні біологи для моделювання різних процесів. Фітопатогенні гриби завдають значної шкоди сільському господарству, викликаючи грибкові хвороби злакових рослин і зерна. Інфекції, які спричиняються грибами, називаються *мікозами*. Клітини грибів покриті щільною клітинною оболонкою, що складається з полісахаридів, близьких до целюлози, і азотистих речовин, подібних до хітину. У більшості грибів *вегетативне тіло (міцелій)* складається з системи тонких розгалужених ниток, що називаються *гіфами*. Переплітаючись, міцелій утворює грибницю. Гіфи здатні рости в довжину і розвиваються на поверхні або всередині живильного субстрату. Відповідно розрізняють міцелій субстратний (вегетативний), який вростає в живильне середовище, і повітряний. Кінці ниток міцелію можуть бути закручені у вигляді спіралей, завитків та ін.

Гриби розмножуються статевим або безстатевим способом. Статеве розмноження грибів відбувається з утворенням гамет, статевих спор і інших статевих форм. Статеві форми називаються телеоморфами. У грибів існують такі різновиди статевих спор: а) зигоспори; б) аскоспори; в) базидіоспори (рис. 1).

Безстатеве розмноження грибів відбувається з утворенням відповідних форм, які називаються анаморфами. Таке розмноження відбувається брунькуванням, фрагментацією гіфа, безстатевими спорами.

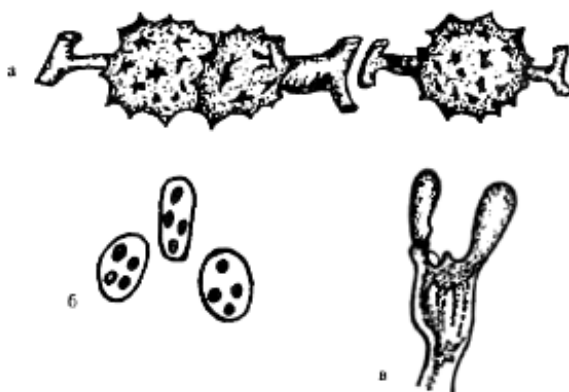


Рис. 1. Статеві спори грибів

а – зигоспори; б – аскоспори; в – базидіоспори

Явище чергування анаморфи і теліоморфи в життєвому циклі грибів отримало назву *плеоморфізму*, а гриби, для яких характерне таке чергування, названі *плеоморфними*. Такими є багато патогенних *Ascomycota*. Тіло гриба називається *талом*. У вегетативній фазі талом складається з розгалужених ниток – гіф та їх сукупності – міцелію. До анаморфних грибів належить більшість патогенних *Ascomycota* (*Aspergillus*, *Epidermophyton*, *Exophiala*, *Fomesca*, *Fusarium*, *Microsporium*, *Trichophyton* та ін.), а також деякі *Basidiomycota* (*Cryptococcus*, *Malassezia*).

Цвілеподібні (гіфальні) здатні утворювати тонкі, розгалужені гіфи, які сплітаються в грибницю (міцелій) (рис. 2).

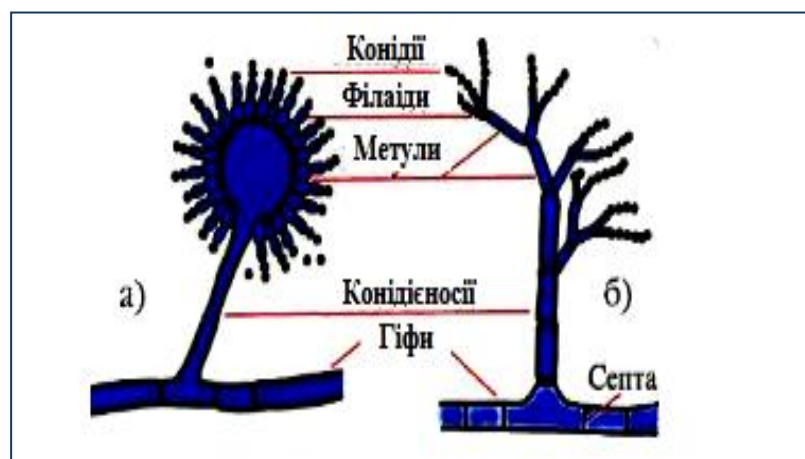


Рис. 2. Гіфальні гриби а) роду *Aspergillus*, б) роду *Penicillium*

Гіфи можуть бути: – вегетативні; повітряні або репродуктивні. Гіфальні гриби, або гіфоміцети, складаються з тонких гіфів завтовшки 2–50 мкм, які сплітаються в міцелій (цвіль). Гіфи, що врастають у живильний субстрат, відповідають за харчування гриба і називаються *вегетативними гіфами*. Гіфи, які ростуть над поверхнею субстрату, називаються *повітряними* або *репродуктивними гіфами* (відповідають за розмноження). Колонії через повітряний міцелій мають пухнастий вигляд (рис. 3). Розрізняють нижчі і вищі гриби: гіфи вищих грибів розділені перегородками, або септами з отворами. Гіфи нижчих грибів не мають перегородок, являючи собою багатоядерні

клітини, які називають ценоцитними (від грец. koenos – єдиний, загальний).

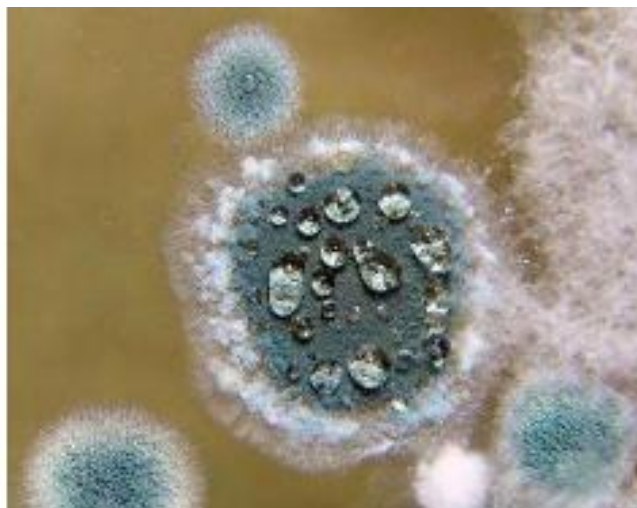


Рис. 3. Колонії цвілевих грибів

Кожна гіфа є функціонально повноцінним фрагментом грибною клітини: вона містить протопласт з одним або багатьма ядрами, покрита цитоплазматичною мембраною і захищена клітинною стінкою.

Дріжджові гриби (дріжджі) – одноклітинні гриби (аскоміцети, базидіоміцети). Дріжджовий талом утворюється в результаті дегенерації міцелію. У ході цього процесу кожен новоутворений фрагмент міцелію, який відділяється септою від материнської клітини, відокремлюється і далі функціонує як самостійний одноклітинний організм. Дріжджові гриби (дріжджі) в основному представлені окремими овальними клітинами діаметром 3–15 мкм (рис. 4), і колонії, на відміну від гіфальних грибів, мають компактний вид (рис. 5).

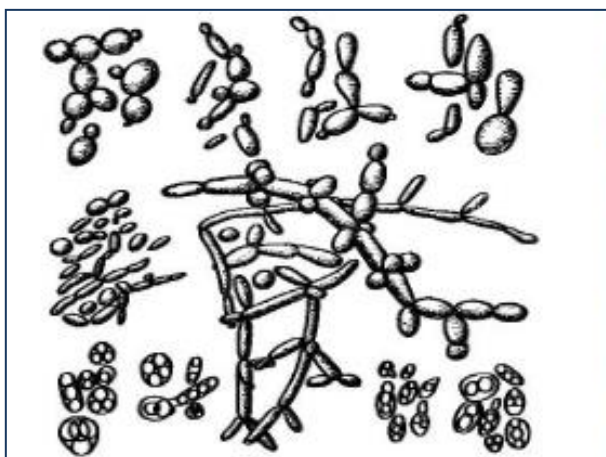


Рис. 4. Дріжджові гриби



Рис. 5. Колонії дріжджових грибів

За типом статевого розмноження вони розподілені серед вищих грибів – аскоміцетів і базидіоміцетів. При безстатевому розмноженні дріжджі утворюють бруньки або діляться. Можуть утворювати псевдогіфи і несправжній міцелій (псевдоміцелій) у вигляді ланцюжків подовжених клітин

«сардельок» (рис. 2). Псевдоміцелій є різновидом дріжджового талому і утворений системою дріжджоподібних клітин, з'єднаних між собою клітинними стінками. Протопласти клітин при цьому повністю відокремлені один від одного, проте структурний взаємозв'язок між клітинами зберігається. Псевдоміцелій спостерігається в деяких умовах у представників Ascomycota (патогенний рід *Candida*) і Basidiomycota (*Ustilago*).

За прийнятою в Україні системою гриби поділяються на 10 відділів:

Слизовики

Акразіомікотові слизовики (Acrasiomycota),
Міксомікотові слизовики (Mucromycota),
Плазмодіофоромікотові слизовики (Plasmodiophoromycota),

Псевдогриби –

споріднені з фотосинтезуючими організмами, однак вторинно втратили пластиди

Оомікотові гриби (Oomycota),
Лабіринтуломікотові гриби (Labyrinthulomycota),
Гіфохітріомікотові гриби (Hyphochytriomycota),

Справжні гриби,

які розглядають як самостійне підцарство Fungi

Хітридіомікотові гриби (Chytridiomycota),
Зигомікотові гриби (Zygomycota),
Аскомікотові гриби (Ascomycota),
Базидіомікотові гриби (Basidiomycota)
та несистематизовану групу Анаморфних грибів (Deuteromycetes) й групу Ліхенізовані гриби, або Лишайники (Lichenes).

Способи живлення грибів. Всі гриби є облігатно гетеротрофними організмами. Проте поглинання органічних речовин у них може здійснюватись двома шляхами – осмотрофно (*піноцитозом*) та фаготрофно (*фагоцитозом*). При осмотрофному живленні організм або його окремі клітини (наприклад, клітини трофічних гіф – гаусторій) поглинають розчинену органічну речовину шляхом абсорбції, без утворення травних вакуолей.

При фаготрофному живленні органічна речовина поглинається у вигляді твердих часток за допомогою псевдоподій, і надалі перетравлюється або у травних вакуолях, або в лізосомах. Осмотрофний тип живлення притаманний всім грибам, тоді як фаготрофний – лише міксомікотовим слизовикам.

Екологія. Гриби зустрічаються у біотопах всіх типів. За середовищем існування гриби поділяють на наземні та водні прісноводні та морські гриби.

За трофічною приуроченістю до субстрату гриби поділяють на еколого-трофічні групи. У найзагальнішому випадку гриби поділяють на сапротрофів, паразитів та симбіотрофів. *Сапротрофи* отримують поживні речовини з мертвої органічної речовини, поселяючись на різноманітних рослинних та тваринних залишках і розкладаючи її. *Гриби-паразити* поселяються на інших організмах рослинах, тваринах, інших грибах) і споживають органічну речовину господаря. *Симбіотрофи* отримують органічні речовини внаслідок

симбіозу з іншими організмами переважно вищими рослинами та водоростями), не завдаючи партнеру помітної шкоди, а навпаки, забезпечуючи його водою та мінеральними речовинами чи надаючи йому укриття.

Загально визнаними групами сапротрофів є, зокрема, гриби-ксилотрофи, які розвиваються на деревині, гумусні та підстилкові сапротрофи, що зростають у ґрунті або у лісовій підстилці, відповідно, копротрофи, що утилізують екскременти тварин, та ін.

Серед паразитичних грибів основними групами вважаються фітопатогенні гриби, які паразитують на вищих рослинах – фітотрофи, альготрофи, які живляться за рахунок водоростей, зоотрофи, що розвиваються на різноманітних тваринах в межах цієї групи окремо виділяють ентомофільні гриби, що уражують комах), мікотрофи, що паразитують на інших грибах, а також гриби-паразити людини.

За характером зв'язку з господарем гриби поділяють на факультативних та облігатних паразитів. Факультативні паразити для господаря є небезпечнішими від облігатних, оскільки спричинивши загибель господаря, продовжують свій розвиток, споживаючи його органічну речовину як сапротрофи.

За топологією паразитичні гриби поділяють на внутрішньоклітинних та внутрішньотканинних паразитів. Найбільш відомими та численими групами грибів-симбіотрофів є мікоризоутворюючі та ліхенізовані гриби. Перші розвиваються в ризосфері вищих рослин, утворюючи зовнішню екторофну), внутрішню ендотрофну) або змішану мікоризи. Ліхенізовані гриби живуть у симбіозі з мікроскопічними водоростями, і утворюють симбіотичні асоціації, відомі під назвою лишайників. Існує ряд специфічних екологічних груп грибів, які розвиваються на різноманітних матеріалах, створених людиною: металах, пластмасах, полімерних плівках, тканинах, клею, гумових виробках, склі, лакофарбових покриттях, а також на папері, книгах, рукописах, картинах тощо, викликаючи їх псування або біологічне пошкодження.

Відділ Зигомікотові гриби *Zygomycota*.

Клас Зигоміцети налічує близько 400 видів грибів, які існують на ґрунті. Серед них наявні як сапротрофи, так і паразити. Міцелій несептований, у стінках гіф міститься хітин. Нестатеве розмноження здійснюється за допомогою спорангіоспор або конідіоспор. Статеве розмноження – зигогамія або гаметангіогамія. Внаслідок цього процесу відбувається злиття гаметангіїв і формування зигоспори. Зигоспора – це одноклітинне утворення кулеподібної форми збагатошаровою оболонкою. У деяких представників формуються спорокарпи – спеціальні підземні утвори, що нагадують справжні плодові тіла. Серед них є паразити комах, але більшість з них сапрофіти. Найвідоміший представник – мукор, або біла цвіль, який поселяється на овочах, хлібі, на гної і багатьох інших органічних субстратах. Міцелій його несептований, має вигляд великої сильно розгалуженої багатоядерної клітини. Нестатеве розмноження здійснюється за допомогою спорангіоспор, які розвиваються в спорангіях на довгих ніжках. Спори темного кольору. Статевий процес – гаметангіогамія,

спостерігається дуже рідко. Мукові гриби – аероби, але деякі можуть розвиватись і за відсутності кисню. У цьому випадку у них відбувається гліколіз і формується молочна кислота.

Різопус – гриб-сапротроф, який формує цвіль сірого кольору на овочах, фруктах, проростаючому насінні. Деякі представники роду різопус мають високу ферментативну активність і використовуються для утворення органічних кислот. Спінелус – гриб, який паразитує на плодкових тілах базидіоміцетів. Абсидія – гриб, який викликає захворювання дихальних шляхів людини.

Відділ Аскомікотові гриби *Ascomycota*.

Клас Аскоміцети або Сумчасті гриби Цей клас поділяється на два підкласи: Голосумчасті і Плодосумчасті. Це вищі гриби з багатоклітинним гаплоїдним одно-або багатоядерним міцелієм. Розмножуються аскоміцети вегетативно: частинами міцелію, брунькуванням, склероціями. Нестатеве розмноження здійснюється конідіями. Статевий процес – гаметангіогамія.

Підклас Голосумчасті Дріжджі – міцелій складається з окремих досить дрібних клітин або нестійких ланцюжків, які утворюються під час брунькування. За способом живлення – це сапротрофи, що живуть на вуглеводневих субстратах. За несприятливих умов відбувається статеве розмноження і формуються сумки з аскоспорами без плодкових тіл.

Існує декілька видів дріжджів. Хлібопекарські дріжджі культивують і використовують у господарській діяльності. Вони викликають бродіння і перетворюють вуглеводи на спирт і вуглекислий газ. Вуглекислий газ сприяє підняттю тіста при випіканні хліба.

Винні дріжджі застосовуються при виготовленні різних сортів вин. Дикий штам винних дріжджів зустрічається в природі у вигляді сірої цвілі на ягодах винограду та у соку різних соковитих плодів. Культурні штами винних дріжджів вирощують на виноробних заводах і використовують для виготовлення різних сортів вин.

Дріжджові гриби роду Торула використовують під час виготовлення кефіру. Дріжджі роду кандіда розкладають нафтопродукти і нагромаджують у клітинах білки та жири. Їх використовують для відгодівлі худоби. Також їх використовують для очищення середовища від нафти у разі її розлиття при аваріях танкерів та пошкодженні нафтопроводів.

Один з видів роду кандіда є паразитом людини і утворює пухлини в різних органах. Це захворювання називається кандідомікоз.

Підклас Плодосумчасті Пеніциліум – рід цвільових грибів, які часто ростуть на варенні, овочах, заварці, чаю. Їх багатоклітинний міцелій має вигляд білого павутинного нальоту, пізніше набуває зеленуватого або блакитного відтінку. На міцелії подекуди піднімаються вгору конідієносці, що закінчуються конідієспорами. Спори відокремлюються і розносяться течією повітря і, потрапивши у сприятливі умови утворюють нові міцелії. Статеве розмноження – гаметангіогамія. Плодові тіла – клейстотеції – утворюються рідко. Види роду пеніциліум використовують в біотехнології для виготовлення

антибіотика пеніциліну, для виробництва лимонної і фумарової кислот, ферментів(протеаз, амілаз), а також при виготовленні сирів «Рокфор».

До класу аскоміцетів відносять клавіцепс пурпуровий, а також їстівні гриби строчок звичайний, зморшок їстівний і трюфель їстівний.

Відділ Базидієві гриби Basidiomycota.

Підклас Базидіоміцети – клас вищих грибів з багатоклітинним міцелієм. Міцелій розростається по колу, за рік збільшуючись на 10-12 см. Молодий міцелій забирає майже всю вологу з ґрунту і пригнічує ріст трав'янистих рослин. По краю молодого міцелію на цій доріжці відбувається статевий процес – соматогамія – і формуються плодові тіла у вигляді шапки та ніжки. Зверху шапки нитки гіф плектенхіми зафарбовані (містять в клітинах пігменти). Знизу розташований гіменофор, він може бути двох видів: пластинчастий та трубчастий. Нестатеве розмноження відбувається за допомогою конідій, але спостерігається воно рідко. Вегетативне розмноження відбувається частинами міцелію.

Серед представників класу Базидіоміцети є симбіонти, сапротрофи і паразити. До симбіотичних відносять гриби, які утворюють мікоризу з коренями вищих рослин. Це білі гриби, опеньки,лисички, підосичники, підберезники, масляки, рижики, біла поганка, мухомори тощо. До сапротрофних грибів відносяться печериця та деякі види трутовика. Печериця росте на гною, її міцелій всмоктує органічні речовини. Трутовики ростуть на мертвих деревах. Міцелій трутовиків розгалужується з деревини і руйнує її. Плодові тіла трутовика «дубова губка» дуже тверді, мають копитоподібну форму і розташовуються одна за одним. Плодові тіла багаторічні і збільшуються щорічно. Трутовик сірчано-жовтий має м'які плодові тіла і вони умовно-їстівні (після відварювання їх можна використовувати в їжу). Є серед трутовиків і паразити. Такі види оселяються і на живих деревах. Уражені трутовиками дерева стають ламкими і через це легко піддаються бурелому. В їхніх стовбурах з'являються дупла. Тривалість життя дерева дуже скорочується. Коли грибниця проникне в деревину: спинити її ріст уже неможливо. Заражені дерева гинуть. Щоб запобігти зараженню грибами-трутовиками, треба оберігати дерева від ламання гілок і пошкодження кори, а хворі дерева вирубувати і спалювати.

До паразитичних грибів належать і сажкові гриби. Назва пішла від того, що хворі рослини мають вигляд обвуглених або обсипаних сажею. Міцелій сажкових грибів міститься у міжклітинниках рослини-господаря, а у клітини проникають гаусторії. Основним способом розмноження їх є хламідоспори.

Різні види сажки по-різному заражають рослини. Виділяють три основні способи зараження:

1) зараження відбувається в ґрунті під час проростання зернівок (колбовидна сажка проса, тверда сажка пшениці);

2) зараження в період цвітіння злаків, коли сажкова спора потрапляє на прийомку маточки і проростає до зав'язі (порошиста сажка пшениці та ячменю);

3) уражаються молоді надземні частини рослин, зараження викликають спори, при цьому міцелій не розростається по всій рослині, а локалізується в місці зараження, де й спричиняє утворення пухлин, наростів (пухирчаста сажка кукурудзи).

Зимуюча стадія гриба – сажкові спори зимують або в ґрунті, або в зерносховищах. Іржасті гриби викликають локальне ураження того чи іншого органа. Весь цикл розвитку іржастих грибів може проходити на одній рослині, або на двох, тобто вони можуть мати проміжного господаря. Типовими представниками іржастих грибів є пукцинія, уроміцес, флагмідіум, лінійна іржа, що паразитує на злакових. Іржасті гриби паразитують не тільки на покритонасінних, а й на вищих спорових рослинах. На уражених грибом листках, стеблах з'являються бурі плями – звідки і назва хвороби.

Сажкові та іржасті гриби завдають значних матеріальних збитків народному господарству. Основними методами боротьби з ними є виведення стійких сортів сільськогосподарських культур, проведення агротехнічних та хімічних обробіток ґрунту.

Отже, до класу Базидіоміцети належать гриби-симбіонти: білі, підберезники, підосичники, рижики, лисички, мухомори, біла поганка тощо; сапротрофи – печериця, трутовик; паразити – іржасті, сажкові гриби.

Клас Дейтероміцети або Незавершені гриби.

У цьому класі об'єднані гриби з септованим міцелієм. Їх життєвий цикл проходить в гаплоїдній стадії без зміни ядерних фаз. Розмножуються за допомогою конідій. Статеве розмноження не спостерігається. Багато видів дуже поширені у природі, нерідко спричиняють захворювання і загибель сільськогосподарських рослин. Деякі дейтероміцети викликають захворювання тварин і людини. Прикладом грибів цієї групи є види роду *фузаріум*, які живляться сапротрофно і живуть у ґрунті, спричиняючи хвороби рослин – фузаріози. Багато видів фузаріуму спричиняють в'янення рослин (льону, бавовнику, помідорів, конюшини, гороху, люпину) внаслідок закупорювання судин гіфами. Пасльоновий фузаріум є збудником сухої гнилі картопляних бульб: на їхній поверхні з'являються западинки, вкриті білими з рожевим відтінком подушечками, що складаються з конідій. Вертицидіум паразитує на бавовнику. Міцелій розростається в судинах ксилеми, закупорює їх і рослина гине від нестачі води.

Основне значення грибів у природі полягає в руйнуванні та мінералізації органічних сполук. Вони виконують майже ту саму роботу, що й бактерії. Багато видів грибів знищують у ґрунті різних збудників хвороб, виділяючи антибіотики. Велика роль грибів у створенні мікоризи, особливо в лісі, де гриби найчастіше вступають у симбіоз із деревами, та в утворенні лишайників – піонерів заселення нових територій.

Значення грибів у природі. Дріжджі, які спричиняють спиртове бродіння, широко застосовують у хлібопеченні, для виробництва спирту, пива, квасу, кефіру, вина. Крім того, дріжджі використовують як харчовий, кормовий і лікувальний препарати. Деякі шапинкові гриби та трюфелі людина

використовує в їжу. Гриби багаті на білки (до 70% сухої маси) і мінеральні солі. Клітковина грибів містить багато фосфорних сполук та інші цінні для організму речовини. У грибів є також вітаміни А, Д, С і групи В, із багатьох грибів отримують антибіотики. Але деякі гриби завдають шкоди. Сапротрофні гриби знищують до 10-30% заготовленої деревини, руйнують фанеру, шпали, дерев'яні будівлі, книги. Деякі види грибів спричиняють хвороби людини, тварин, а також отруєння.

ОТРУЙНІ РОСЛИНИ УКРАЇНИ

Біологічні (від грец. «*bios*» – життя і «*logos*» – слово, вчення) фактори небезпеки – чинники, зумовлені дією різноманітних живих організмів. До них належать макроорганізми (рослини і тварини) та патогенні мікроорганізми, збудники інфекційних захворювань (бактерії, віруси, грибки, рикетсії, спірохети, найпростіші). Лікар і натураліст Парацельс (1494-1541) говорив: «Всі речовини отруйні, лише доза робить їх неотруйними». Багато рослин володіють речовинами, які хоча і вважаються отруйними або описані як отрути, але в точному дозуванні і приготуванні фахівцем протягом сотень років використовуються як ліки.

Отруйні рослини – умовно відокремлена й штучно обмежена група рослин із значним вмістом рослинних токсинів (від грец. «*toxikon*» – отрута), які призводять до отруєння, тобто викликають ознаки хвороби чи смерть людини і тварин. В процесі еволюції рослини виробили численні захисні пристосування від поїдання тваринами: набуття гіркої чи кислотої смаку, різкого неприємного запаху, накопичення надмірної кількості в'язучих, їдких, речовин, отруйного молочного соку та ін. Інколи рослини використовують кінцеві продукти свого метаболізму для хімічного захисту від поїдання. Наприклад, такі природні сполуки, як ефірні олії, глікозиди, алкалоїди, глікоалкалоїди, сапоніни, антибіотики, фітонциди, смоли, бальзами, деякі органічні кислоти та їх солі, та ін. Більшість із них у тих чи інших кількостях, потрапляючи в організм, викликають різноманітні патологічні зміни.

Крім того, в рослинах синтезуються комплекси біологічно активних речовин різної природи та біологічної дії. Нерідко відбувається сумація або антагонізм ефектів, властивих кожній речовині окремо. В окремих випадках одні речовини можуть сенсibiliзувати організм до впливу інших (від франц. «*sensibilisation*», від лат. «*sensibilis*» – чутливий; набуття організмом специфічно підвищеної чутливості до чужорідних речовин: алергенів різної природі, хімічних речовин). Так, сапоніни і деякі алкалоїди, подразнюючи шлунково-кишковий тракт, сприяють більш інтенсивному всмоктуванню інших токсинів; діючі речовини їстівних грибів роду гнойовика (*Coprinus*) не розчинні у шлунково-кишковому середовищі, але розчиняються в алкоголі і викликають отруєння тільки у випадку споживання спиртних напоїв перед їжею. Іноді спостерігається так званий кумулятивний (накопичувальний) ефект. Зокрема, кумаринові сполуки – це токсичні речовини кумулятивної дії, при тривалому їх споживанні або передозуванні виникає нудота, блювання, зникає апетит,

з'являються пронос, висипи на шкірі, кровоточивість слизових оболонок. Кумарини виявлено в траві деревію звичайного, грижниці голої, листках рути запашної, коренях дягелю лікарського, буркуну лікарського, гіркокаштана звичайного та ін.

Сьогодні відомо понад 10 тис. видів отруйних речовин, поширених по всій земній кулі, причому в тропіках і субтропіках їх кількість більша, а токсичність сильніша. На території України росте від 300 до 700 отруйних видів. Кількість токсинів в отруйних рослинах може змінюватися залежно від географічного розташування, місцезростання, умов навколишнього середовища: клімату, ґрунту, вологості (рослини, які вирощуються в умовах дефіциту вологи, накопичують більшу кількість токсичних нітратів, ціанідів), освітлення (накопичення алкалоїдів у пасльонових інтенсивніше уночі, ефірні олії накопичуються на яскравому світлі; при вирощуванні південних отруйних рослин на півночі їх токсичність зменшується).

Також кількісний вміст, а частково й хімічний склад токсинів рослин залежать від пори року й фенофази (у період зимового спокою максимум токсинів запасують підземні органи), стадії онтогенезу (у чемериці найотрутіші перші паростки, у маку, гірчиці, крушини ламкої – нестигли плоди; в окремих злаків і бобових – молоді паростки насичені ціанідами). Небезпечними можуть бути всі органи отруйних рослин, але частіше найотрутішими виявляються певні частини рослин. Так, у вовчого лика звичайного – кора і плоди, у багна звичайного – листки, у болиголова плямистого – плоди, у чистотілу – корінь, у блекоти чорної – листки та насіння, у пасльону солодко-гіркого – зелені частини рослини. В насінні з гірким присмаком багатьох плодових розоцвітих (абрикос, вишня) міститься ціаноглікозид амідгалін, при розчепленні якого у ШКТ утворюється сильна отрута – синильна кислота. Відомі отруйні медоноси (родівазалия, багно, рододендрон, лавровишня, вовче лико, чемериця, жовтець, блекота, дурман, беладона, тютюн, авран, анабазис, вороняче око, зірчатка, аконіт, олеандр) з отруйним нектаром або квітковим пилом. Вживання такого токсичного меду може викликати лихоманку, нудоту, блювання, діарею. Буває, що деякі частини отруйних рослин неотруйні (бульби картоплі, принасіник тису, насіння маку снодійного).

Найнебезпечніші свіжі отруйні рослини. Після висушування, термічної обробки чи при силосуванні токсичні властивості рослин або не втрачаються, або зменшуються, зрідка зовсім зникають. Отруєння рослинами виникають здебільшого при вживанні їх у їжу. Найчастіше це відбувається при використанні незнайомих рослин або грибів; після вживання небезпечних харчових продуктів, наприклад, компоту, варення, настоянки кісточкових з амідгаліном, що зберігаються більше 1 року; внаслідок вживання зерна або борошна, забруднених склероціями (кулясте тіло, створене гіфами гриба – стадія спокою при несприятливих умовах) ріжок пурпурових, насінням куколю, пажитниці, блекоти, тощо.

Через те, що отруйні рослини – це умовна група, універсальної класифікації не існує. Їх класифікують за наступними ознаками: ботанічна

приналежність; хімічна природа фітотоксинів у складі рослин; спосіб потрапляння в організм; ступінь токсичності; характер дії на організм.

Найбільша кількість отруйних рослин серед квіткових дводольних рослин (родини пасльонових, жовтецевих, молочайних, барвінкових, ранникових, макових). Їх містять також ціанобактерії та деякі гриби (наприклад, гриби роду мухомор (*Amanita*) містить алкалоїд мускарин, ріжки пурпурові (*Claviceps purpurea*) – алкалоїди ерготамін, ерготоксин, ергометрин, ергостерин. Класифікація отруйних рослин за ботанічною приналежністю отруйних рослин корисна при встановленні діагнозу отруєння і вказує на ефективні прийоми надання допомоги. Отруєння рослинами, спорідненими за систематичним положенням чи хімічним складом, схожі за картиною отруєння. Наприклад, отруєння, які визначаються ознаками: набряк легень, частіше спричиняють рослини родини капустяних; отруєння з картиною задушних явищ – рослини родини злакових, а картину ураження серця – види, які містять серцеві глікозиди (рис. 6).

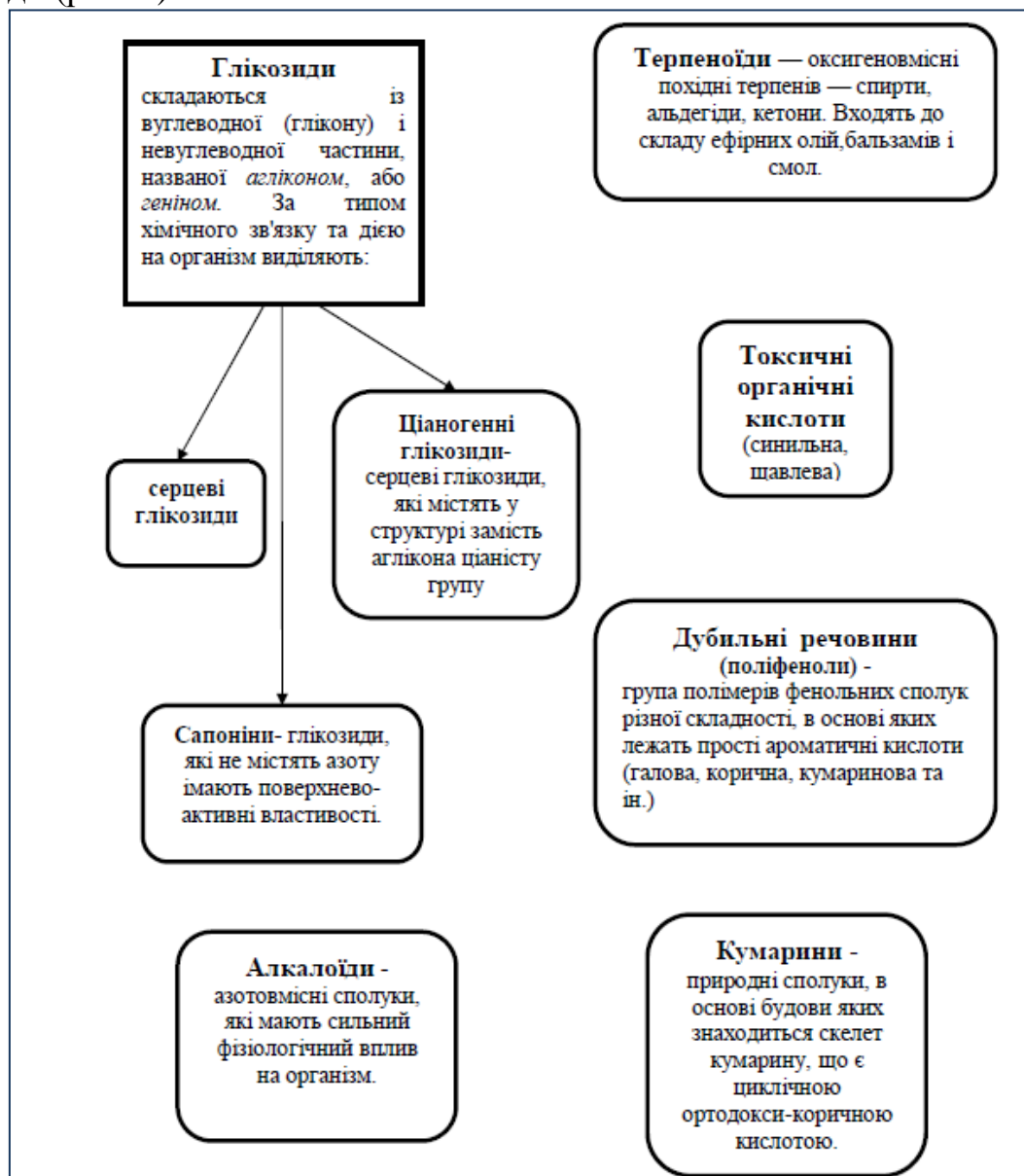


Рис. 6. Хімічна природа фітотоксинів

Класифікація отруйних рослин за ступенем токсичності.

За ступенем токсичності виділяють групи дуже отруйних, смертельноотруйних, безумовно отруйних рослин. Умовно отруйними рослинами вважаються такі, що стають токсичними лише в певних районах чи умовах зростання внаслідок змін хімічного складу (накопичення оксалатів, селену, важких металів, радіоактивних елементів, ціанідів тощо), при неправильному зберіганні (отруйний глікоалкалоїд соланін накопичується в бульбах картоплі, які позеленіли на світлі або перезимували у ґрунті); при ураженні грибами чи бактеріями (запліснявіла трава пажитниці – *Lolium L.*, уражені грибом-паразитом *Stromctinia temulenia* зернівки злаків тощо).

Серед умовно отруйних рослин розрізняють групи таких, які спричиняють отруєння оксалатами (оксалізм), селеном (селеноз), ціанідами, нітратами тощо. Зокрема, існує ціла група рослин, які у певних неадекватних екологічних умовах здатні активно адсорбувати нітрати. До них належать лобода біла, шавлія відігнута, представники роду щиріці та ін. Небезпечність підвищеного рівня нітратів полягає у розвитку *метгемоглобінемії* – захворювання, яке характеризується підвищеним рівнем метгемоглобіну в крові. Метгемоглобін – це одна із форм окисленого гемоглобіну, що не здатний вступати в зворотну реакцію з киснем і переносити його до всіх органів організму.

Є рослини, які вибірково адсорбують оксалати, нагромаджують їх у великій кількості та зумовлюють отруєння, яке називають *оксалізмом*. До цієї групи рослин належать: амарант закинутий, лобода, буряк, щавель, каландрія, квасениця, портулак городній, ревінь чорноморський, солянка, саркобатус червонолистий, свиняча трава. Ознаками отруєння оксалатами є гастроентерит (запальні процеси у шлунку та тонкій кишці), знижений кров'яний тиск, зниження рівню кальцію в крові, м'язова слабкість і сіпання, нефроз (захворювання нирок з ураження ниркових каналців). Отруєння людей або тварин ціанідами (сильними швидкодійними сполуками, які зумовлюють клітинну гіпоксію) можуть спричинити такі рослини, як акація, молочай, льон, олеандр, просо, слива, алича, терен, груша, бузина чорна, сорго, конюшина повзуча, віка посівна, кукурудза.

Причиною отруєння у великої рогатої худоби та інших тварин є поїдання рослин, які містять ціаногенні сполуки. Проявами отруєння ціанідами є нудота (без блювання), запаморочення, судоми, смерть від паралічу дихання. *Селеноз* виникає у рогатої худоби при поїданні рослин, що поглинули з ґрунту надлишок селену (види родів робінія, айстра, лобода, кастилея, гринделія, гірчак, моринда, нептунія та ін.) чи є індикаторами селену (види астрагалу). Отже, до групи умовно отруйних рослин можна віднести будь-яку рослину (лікарську, овочеву, фруктову), яку рослина здатна вибірково у великій кількості накопичувати. Вона може бути корисною, їстівною або виявляти лікувальний ефект, а при більш високих дозах певної речовини, навпаки, потрапляючи в організм людини чи тварин, зумовлювати негативні реакції, небажану стимуляцію, збудження, запаморочення і навіть отруєння. Нижче наводимо список отруйних рослин України.

Дуже отруйні рослини

Авран лікарський (*Gratiola officinalis* L.)
 Аконіт білоустий (*Aconitum exelsum* Rohb.)
 Блекота чорна (*Hyoscyamus niger* L.)
 Бирючина звичайна (*Ligustrum vulgare* L.)
 Болиголов плямистий (*Conium maculatum* L.)
 Борщівник Сосновського (*Heracleum sosnowsky* Manden.)
 Вовче лико звичайне (*Daphne mezereum* L.)
 Чернець колосистий (*Actaea spicata* L.)
 Вороняче око звичайне (*Paris quadrifolia* L.)
 Горицвіт весняний (*Adonis vernalis* L.)
 Дурман звичайний (*Datura stramonium* L.)
 Жовтець їдкий (*Ranunculus acris* L.)
 Жовтець отруйний (*Ranunculus sceleratus* L.)
 Беладона звичайна (*Atropa belladonna* L.)
 Купина лікарська (*Polygonatum officinale* L.)
 Конвалія звичайна (*Convallaria majalis* L.)
 Ластовень лікарський (*Vincetoxicum hirundinaria* Medik.)
 Лобелія роздута (*Lobelia inflata* L.)
 Мак снодійний (*Papaver somniferum* L.)
 Молочай соняшний (*Euphorbia helioscopia* L.)
 Очиток великий (*Hylotelephium maximum* (L.) Holub.)
 Печіночниця звичайна (*Hepatica nobilis* Mill.)
 Плаун баранець (*Lycopodium selago* L.)
 Плаун булавовидний (*Lycopodium clavatum* L.)
 Підсніжник Воронова (*Galanthus woronowii* L.)
 Пізньоцвіт осінній (*Colchicum autumnale* L.)
 Рицина звичайна (*Ricinus communis* L.)
 Сон розкритий (*Pulsatilla patens* (L.) Mill.)
 Строфант комбе (*Strophanthus kombe* Oliv.)
 Цикута отруйна (*Cicuta virosa* L.)
 Чемериця Лобелієва (*Veratrum lobelianum* Bernh.)
 Чорнокорінь лікарський (*Cynoglossum officinale* L.)
 Чистотіл великий (*Chelidonium majus* L.)

Отруйні рослини

Акація біла, Робінія звичайна (*Robinia pseudoacacia* L.)
 Акація жовта (*Caragana arborescens* Lam.)
 Анемона жовтецева (*Anemone ranunculoides* L.)
 Арум плямистий (*Arum maculatum* L.)
 Барвінок малий (*Vinca minor* L.)
 Багно звичайне (*Ledum palustris* L.)
 Безщитник жіночий (*Antyrium filix-femina* (L.)
 Білозір болотний (*Parnassia palustris* L.)
 Берізка польова (*Convolvulus arvensis* L.)

Бруслина бородавчата (*Euonymus verrucosus* Scop.)
 Бруслина європейська (*Euonymus europaeus* L.)
 Бузина трав'яниста (*Sambucus ebulus* L.)
 Бузок звичайний (*Syringa vulgaris* L.)
 Водозбір звичайний, орлики звичайні (*Aquilegia vulgaris* L.)
 Воловик лікарський (*Anchusa officinalis* L.)
 Волошка синя (*Centaurea cyanus* L.)
 Вощанка болотна (*Galepa Lustris* (Lamk.) Chevall.)
 В'язель барвистий (*Coronilla varia* L.)
 Гармала звичайна (*Peganum harmala* L.)
 Геліотроп європейський (*Heliotropium europaeum* L.)
 Глечики жовті (*Nuphar lutea* (L.) Smith.)
 Дельфіній високий (*Delphinium elatum* L.)
 Дельфіній сітчатоплідний (*Delphinium dictyocarpum* L.)
 Дзвінець малий (*Rhinanthus minor* L.)
 Дрік красильний (*Genistra tinctoria* L.)
 Ефедра хвощова (*Ephedra equisetina* Bunge)
 Жабрій ладанний (*Galeopsis ladanum* L.)
 Живокіст лікарський (*Symphytum officinale* L.)
 Жовтушник лакфіолевидний (*Erysimum cheiranthoides* L.)
 Жовтушник сіруватий (*Erysimum diffusum* Ehrh.)
 Зіновать руська (*Chamaecytisus ruthenicus* (Fisch. txWoloszcz.) Klaskova)
 Калюжниця болотна (*Caltha palustris* L.)
 Кардарія крупковидна (*Cardaria draba* (L.) Desf.)
 Кінський часник звичайний (*Alliaria petiolata* (Bieb.) Cavara et Grande)
 Клопогін даурський (*Cimicifuga dahurica* (Turcz.) Maxim.)
 Коноплі посівні (*Cannabis sativa* L.)
 Коноплі посівні індійські (*Cannabis indica* Lam.)
 Копитняк європейський (*Asarum europaeum* L.)
 Кремена лікарська (*Petasites hybridus* L.)
 Кукіль звичайний (*Agrostemma githago* L.)
 Лаконіс американський (*Phytolacca americana* L.)
 Латаття біле (*Nymphaea alba* L.)
 Мильнянка лікарська (*Saponaria officinalis* L.)
 Міхурник деревовидний (*Colutea arborescens* L.)
 Наперстянка великоквіткова (*Digitalis grandiflora* Mill.)
 Наперстянка пурпурова (*Digitalis purpurea* L.)
 Наперстянка віїчаста (*Digitalis ciliata* Trautv.)
 Наперстянка іржава (*Digitalis ferruginea* L.)
 Наперстянка шерстиста (*Digitalis lanata* Ehrh.)
 Нетреба звичайна (*Xanthium strumarium* L.)
 Обвійник грецький (*Periploca graeca* L.)
 Образки болотні (*Calla palustris* L.)
 Олеандр звичайний (*Nerium oleander* L.)
 Омег водяний (*Oenanthe aquatica* (L.) Poir.)

Омела біла (*Viscum album* L.)
 Курячі очка польові (*Anagallis arvensis* L.)
 Паролист звичайний (*Zygophyllum fabago* L.)
 Паслін дольчатий (*Solanum laciniatum* Ait.)
 Паслін солодко-гіркий (*Solanum dulcamara* L.)
 Паслін чорний (*Solanum nigrum* L.)
 Пасифлора м'ясо-червона (*Passiflora incarnata* L.)
 Первоцвіт весняний (*Primula veris* L.)
 Перестріч гайовий (*Melampyrum nemorosum* L.)
 Переступень білий (*Bryonia alba* L.)
 Плющ звичайний (*Hedera helix* L.)
 Повитиця європейська (*Cuscuta europaea* L.)
 Псоралея кістянкова (*Cullen drupaceum* (Bunge) Stirton.)
 Ранник вузлуватий (*Scrophularia nodosa* L.)
 Раувольфія зміїна (*Rauwolfia serpentina* Benth.)
 Ремерія гібридна (*Roemeria hybrida* L.)
 Реп'яшок звичайний (*Agrimonia eupatoria* L.)
 Різак звичайний (*Falcaria vulgaris* Bernth.)
 Рододендрон жовтий (*Rhododendron luteum* Sweet.)
 Росичка круглолиста (*Drosera rotundifolia* L.)
 Рутвиця смердюча (*Thalictrum foetidum* L.)
 Рутвиця жовта (*Thalictrum flavum* L.)
 Рутвиця мала (*Thalictrum minus* L.)
 Скополія карніолійська (*Scopolia carniolica* Jacq.)
 Сокирки польові (*Consolida regalis* S.F.Gray.)
 Страусове перо звичайне (*Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod.)
 Сферофіза солонцева (*Spherophysa salsula* (Pall.) DC.)
 Тис ягідний (*Taxus baccata* L.)
 Тютюн справжній (*Nicotiana tabacum* L.)
 Фізостигма отруйна (*Physostigma venenosum* Balf.)
 Хамедафна чашкова (*Chamaedaphne calyculata* L.)
 Харг кущовий (*Gomphocarpus fruticosus* L.)
 Хвилівник ломиносоподібний (*Aristolochia clematidis* L.)
 Хрінниця смердюча (*Lepidium ruderae* L.)
 Частуха подорожникова (*Alisma plantago-aquatica* L.)
 Шолудивник болотний (*Pedicularis palustris* L.)
 Щитник чоловічий (*Dryopteris filix-mas* L.)
 Ялівець козацький (*Juniperus sabina* L.)
 Якірці сланкі (*Tribulus terrestris* L.)

Умовно отруйні рослини

Амі велика (*Ammi majus* L.)
 Арніка гірська (*Arnica montana* L.)
 Бук східний (*Fagus orientalis* Lipsky)
 Буркун білий (*Mellilotus albus* L.)

Буркун лікарський (*Mellilotus officinalis* L.)
 Софора товстоплідна (*Sophora pachycarpa* C.A.Mey.)
 Гледичія колюча (*Gleditsia triacanthos* L.)
 Гіркокаштан звичайний (*Aesculus hippocastanum* L.)
 Гірчак перцевий (*Polygonum hydropiper* L.)
 Гірчак повзучий (*Acroptilon repens* L.)
 Гірчиця сарептська (*Brassica juncea* L.)
 Головатень звичайний (*Echinops ritro* L.)
 Горошок мишачий (*Vicia cracca* L.)
 Грижниця гола (*Herniaria glabra* L.)
 Деревій звичайний (*Achillea millefolium* L.)
 Ехінопанакс високий (*Echinopanax elatus* Nakai.)
 Жимолость звичайна (*Lonicera xylosteum* L.)
 Жовтозілля дібровне (*Senecio nemorensis* L.)
 Жовтозілля звичайне (*Senecio vulgaris* L.)
 Жостір проносний (*Rhamnus cathartica* L.)
 Золотушник звичайний (*Solidago virgaurea* L.)
 Іберійка гірка (*Iberis amara* L.)
 Картопля (*Solanum tuberosum* L.)
 Кендир конопляний (*Apocynum cannabinum* L.)
 Кермек Гмеліна (*Limonium Gmelinii* (Willd.) Kuntze)
 Крушина звичайна (*Frangula alnus* Mill.)
 Латук дикий (*Lactuca sativa* L.)
 Лобода протиглистна (*Chenopodium anthelminthicum* L.)
 Ломоніс виноградолистий (*Clematis vitalba* L.)
 Льон звичайний (*Linum usitatissimum* L.)
 Льонок звичайний (*Linaria vulgaris* Mill.)
 Маренка запашна, підмаренник запашний (*Asperula odorata* L.)
 Мачок жовтий (*Glaucium flavum* Crantz.)
 Мигдаль звичайний (*Amygdalus communis* L.)
 Миколайчики плоскі (*Eryngium planum* L.)
 Місяцenasінник даурський (*Menispermum dahuricum* L.)
 Мучниця звичайна (*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.)
 Нечуй-вітер волохатенький (*Hieracium pilosella* L.)
 Огірок-пирскач звичайний (*Ecballinum elaterium* L.)
 Осока парвська (*Carex brevicollis* D.C.)
 Пижмо звичайне (*Tanacetum vulgare* L.)
 Півонія незвичайна (*Paeonia anomala* L.)
 Полин гіркий (*Artemisia absinthium* L.)
 Полин кримський (*Artemisia taurica* Willd.)
 Полин цитварний (*Artemisia cina* Berg.)
 Розхідник звичайний (*Glechoma hederacea* L.)
 Рутка лікарська (*Fumaria officinalis* L.)
 Рута запашна (*Ruta graveolens* L.)
 Секуринага кущиста (*Securinega suffruticosa* (Pall.)Rehd.)

Смілка звичайна (*Silene vulgaris* (Moench.)
 Сорго алепське (*Sorghum halepense* L.)
 Софора японська (*Sophora japonica* L.)
 Стелера карликова (*Stellera chamaejasme* L.)
 Суховершки звичайні (*Pronella vulgaris* L.)
 Тризубець болотний (*Triglochin palustris* L.)
 Туя західна (*Thuja occidentalis* L.)
 Фіалка запашна (*Viola odorata* L.)
 Хвощі (*Equisetum* L.)
 Хміль звичайний (*Humulus lupulus* L.)
 Черемха звичайна (*Padus padus* Gilib)
 Чина лучна (*Lathyrus pratensis* L.)
 Шафран посівний (*Crocus sativus* L.)
 Щавель кінський (*Rumex confertus* Willd.)
 Ясен звичайний (*Fraxinus excelsior* L.)

ПОШИРЕННЯ ІНВАЗІЙНИХ ВИДІВ В УКРАЇНІ

На початку ХХІ століття розселення адвентивних рослин набуло глобальних масштабів. Водночас збільшилася кількість заносних або чужорідних видів, серед них особливу загрозу представляють *інвазійні види*, які можуть здійснювати негативний вплив на біорізноманіття.

Головними причинами цього явища науковці вважають кліматичні зміни і особливо антропогенні фактори: збільшення транспортних перевезень, інтенсивний розвиток торгівлі та туризму, трансформацію природних екосистем (зарегулювання водойм, вирубки лісів або необґрунтоване заліснення степів, штучне осушення та обводнення територій).

Пусковим механізмом для розвитку біологічних інвазій є порушення природних бар'єрів для розселення видів, формування «екологічних коридорів» для розселення (наприклад, канали меліоративних систем, лісосмуги, придорожні смуги). Проте найпоширенішими стали штучні (часто ненавмисні) інтродукції видів. Біологічні інвазії – швидкоплинні явища, які відбуваються протягом одного або кількох поколінь і зумовлюють формування нових ареалів популяцій. Цим вони відрізняються від *експансій* (поступових розширень ареалів), які можуть відбуватись упродовж кількох популяційних циклів. Прикладами найвідоміших біологічних інвазій в Україні, які суттєво вплинули на біотичне різноманіття, є поява пацюка мандрівного (сірого) (*Rattus norvegicus*) у середині ХІХ ст., розселення амброзії полинолистої (*Ambrosia artemisiifolia*); завезення морських безхребетних із баластними водами у Чорне море (рапани *Rapana venosa*, дрейсена *Dreissena polymorpha*).

Комплекс чужорідних видів у кожному регіоні або конкретному біотопі становлять кілька груп організмів, відмінних за способами проникнення у нові для себе ареали:

Інтродуковані види – види, штучно вселені людиною (теоретично й іншими тваринами); до інтродукованих видів належать також види з небажаною

інтродукцією (втечі з культури).

Під час інтродукції (дослівно «введення») особин виду людина вибирає придатні райони і місця вселення. Бажаним кінцевим результатом інтродукції є формування нових життєздатних популяцій із необхідним рівнем продуктивності або участі у функціонуванні місцевих екосистем. Комплекс адаптацій (приспосовань), який охоплює можливі морфологічні, генетичні й екологічні зміни має назву акліматизація, тобто формування нової популяції, пристосованої до місцевих умов.

Інвазійні види – види, що з'явилися внаслідок нециклічних міграцій, шляхом інвазії (вторгнення). Унаслідок транспортних перевезень, руйнувань природних бар'єрів, формування штучних екомереж, утримання тварин у неволі та втечі з культури тощо.

Поширення чужорідних видів на нових для них територіях розглядають як *біологічні інвазії* – особливий тип біологічного забруднення навколишнього середовища. Утім, біологічні інвазії залишаються чи не найменш висвітленою екологічною проблемою.

Види-вселенці зустрічаються в усіх таксономічних групах живих організмів, включаючи тварин, рослин, грибів та мікроорганізмів і можуть впливати на всі типи екосистем.

Інвазії чужорідних видів можуть завдавати значних економічних збитків і становити небезпеку для здоров'я людей. Найбільш агресивні чужорідні види походять переважно з Північної Америки.

Види, які є природними для певної місцевості, росли чи жили там історично і еволюційно сформували свої угруповання чи харчові ланцюги, називаються аборигенними (автохтонними).

Далеко не всі види в Україні є саме такими. У певні історичні періоди інші види рослин і тварин були завезені цілеспрямовано чи випадково на територію України. Там вони пристосовувалися до нових умов. Такі види називають чужорідними (аллохтонними, інтродукованими). На територіях, де панують інтродуценти, спостерігається значно менше видове різноманіття, ніж у природних екосистемах. «Інвазійними є види тварин, рослин, що є чужими для конкретних природних територій, мають високу здатність до поширення та становлять загрозу для біорізноманіття, економіки чи здоров'я людини». З латини термін *invasio* так й перекладається «нашестья, напад».

Але не кожний вид, що потрапляє у нові для нього умови, приживається та стає інвазійним. Інвазійні види мають властивості, пригнічувати популяції аборигенних видів та конкурувати з ними за простір і ресурси. Для них характерний швидкий ріст і розмноження, витримування широких меж екологічних умов, що сприяє їх вкоріненню на нових територіях.

Показником повної натуралізації чужорідних видів є не просто нормальна вегетація (зростання і розвиток рослин), цвітіння і плодоношення нового виду, а формування у нього повноцінного насіння. Це дозволяє новому виду успішно розселятися по порушених місцезростаннях і далі поширюватися в природні фітоценози.

В Україні зареєстровано близько 800 видів чужинних рослин, що

становить 14% від видової різноманітності рослинного світу України, з них за різними оцінками від 50 до 100 видів є інвазійними.

Наслідками впливу біологічних інвазій на аборигенні види може бути:

- інвазійні види можуть суттєво змінити середовище існування аборигенних видів;
- інвазійні види можуть стати конкурентами аборигенних видів і сприяти їх витісненню;
- інвазійні види можуть стати хижаками по відношенню до аборигенних видів і також сприяти їх витісненню;
- інвазійні види можуть переносити або викликати захворювання аборигенних видів.

Найвідоміші флористичні інвазії в Україні – поширення амброзії полинолистої (*Ambrosia artemisiifolia* L.), золотарника канадського (*Solidago canadensis* L.), дуба червоного (*Quercus rubra* L.), робінії звичайної (*Robinia pseudoacacia* L.) лаконосу американського (*Phytolacca americana* L.), клена ясенелистого (*Acer negundo* L.), ваточника звичайного (*Asclepias syriaca* L.) та багато інших.

Одними з місць найбільшої концентрації чужорідних та інвазійних видів рослин є урбанізовані території. Різноманітність шляхів вселення рослин і їх насіння, велика кількість порушених місцезростань, висока рухливість населення, туризм і багато інших соціально-економічних факторів призводять до того, що урбанізовані території стають стартовими майданчиками для появи рослинних інвазій і їх подальшого розселення.

Науковці склали анотований список найбільш небезпечних інвазійних видів для природно-заповідного фонду України.

Чорний список (Black List): найбільш небезпечні інвазійні види

Клен ясенелистий (*Acer negundo* L.)

Борщівник Сосновського (*Heraclium sosnowskyi* Manden)

Череда листяна (*Bidens frondosa* L.)

Злинка канадська (*Erigeron canadensis* L. (*Conyza canadensis* (L.)

Cronquist)

Гринделія розчепірена (*Grindelia squarrosa* (Pursh) Dunal)

Топінамбур (*Helianthus tuberosus* L.)

Злинка однорічна (*Phalacrolooma annuum* (L.) Dumort)

Нетреба альбінська (*Xanthium albinum* (Widd.) H. Scholz)

Розрив-трава дрібноквіткова (*Impatiens parviflora* DC.)

Ехіноцистишс шипуватий (*Echinocystis lobata* (Michx.) Torr. et A. Gray)

Аморфа кущова (*Amorpha fruticosa* L.)

Люпин багатолистий (*Lupinus polyphyllus* Lindl)

Робінія псевдоакація, біла акація (*Robinia pseudoacacia* L.)

Дуб червоний (*Quercus rubra* L.)

Елодея канадська (*Elodea canadensis* Michx)

Енотера дворічна (*Oenothera biennis* L.)

Виноград дівочий п'ятилисточковий (*Parthenocissus quinquefolia* (L.)

Planch)

- Щириця біла (*Amaranthus albus* L.)
 Щириця лободовидна, щириця лободова (*Amaranthus blitoides* S.Watson)
 Щириця Пауелла (*Amaranthus powellii* S.Watson)
 Ласкавець кущовий (*Bupleurum fruticosum* L.)
 Борщівник Мантегацці (*Heracleum mantegazzianum* Sommier et Levier)
 Ваточний сирійський (*Asclepias syriaca* L.)
 Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.)
 Волошка розлога (*Centaurea diffusa* Lam.)
 Жовтозільник нечуйвітровий, ерехтитес нечуйвітровий (*Erechtites hieracifolia* (L.) Raf)
 Галінсога дрібноквіткова (*Galinsoga parviflora* Cav)
 Чорнощир звичайний, чорнощир нетреболистий (*Iva xanthiifolia* Nutt)
 Гірчак степовий звичайний, гірчак рожевий, гірчак повзучий (*Rharrhonticum repens* (L.) Hidalgo (*Acroptilon repens* (L.) DC)
 Рудбекія шорстка (*Rudbeckia hirta* L.)
 Рудбекія кінчаста (*Rudbeckia laciniata* L.)
 Золотушник канадський (*Solidago canadensis* L.)
 Айстра верболиста (*Symphyotrichum salignum* (Willd.) Nesom)
 Розрив-трава залозиста (*Impatiens glandulifera* Royle)
 Хрiниця крупкова (*Cardaria draba* (L.) Desv. (*Lepidium draba* L.)
 Сухоребрик Льозеля, сухоребрик Льозеліїв (*Sisymbrium loeselii* L.)
 Коноплі посівні, звичайні (*Cannabis sativa* L.)
 Собаче мило лікарське, або мильнянка лікарська (*Saponaria officinalis* L.)
 Повитиця (*Cuscuta campestris* Yunck)
 Маслинка вузьколиста (*Elaeagnus angustifolia* L.)
 Гледичія трьохколючкова (*Gleditsia triacanthos* L.)
 Синьоочка північна (*Sisyrinchium septentrionale* Bicknell)
 Ситник тонкий (*Juncus tenuis* Willd.)
 Ясень пенсильванський (*Fraxinus pennsylvanica* Marshal)
 Бузок звичайний (*Syringa vulgaris* L.)
 Енотера волохата (стиснута) (*Oenothera depressa* Greene)
 Стоколос покрівельний (*Bromus tectorum* L. (*Anisantha tectorum* (L.)

Nevski)

- Стоколос неплідний (*Bromus sterilis* L. (*Anisantha sterilis* (L.) Nevski)
 Ценхрус довгоголковий (*Cenchrus longispinus* Benth)
 Цицанія широколиста (*Zizania latifolia* (Griseb.) Turcz. ex Stapf)
 Далекосхідна гречка японська (*Reynoutria japonica* Houtt)
 Портулак городній (*Portulaca oleracea* L.)
 Ірга колосиста (*Amelanchier spicata* (Lam.) K.Koch)
 Перстач індійський (*Potentilla indica* (Andrews) Th. Wolf. (*Duchesnea indica* (Andrews) Focke)
 Черемха пізня (*Prunus serotina* Ehrh. (*Padus serotina* (Ehrh.) Ag)
 Троянда зморшкувата (*Rosa rugosa* L.)
 Горобинник звичайний (*Sorbaria sorbifolia* (L.) A. Braun)

Птелея трилиста (*Ptelea trifoliata* L.)

Верба ламка (*Salix fragilis* L.)

Азола каролінська (*Azolla caroliniana* Willd)

Азола папоротеподібна (*Azolla filiculoides* Lam.)

Айлант найвищий (*Ailanthus altissima* (Mill.) Swingle)

Повій звичайний (*Lycium barbarum* L.)

Рогіз Ляксманна (*Typha laxmannii* Lerech)

Сибірський в'яз (*Ulmus pumila* L.)

Дикий виноград, дівочий виноград (*Parthenocissus inserta* (A. Kern.) Fritsch).

Клен ясенелистий (*Acer negundo* L.)



Acer negundo L. – дерево північноамериканського походження висотою до 25 м. В антропогенних ландшафтах може утворювати розгалуження, висота не перевищує 10-15 м. Є надзвичайно екологічно пластичним, завдяки чому зустрічається у великому діапазоні місцезростань, може рости на бідних, забруднених ґрунтах, добре переносить посуху. Може оселятися як у природних угрупованнях, так і в порушених місцезростаннях, особливо вздовж доріг, на пустирях, серед об'єктів незавершеного будівництва, здатне виживати в умовах сильного забруднення повітря [8]. У несприятливих умовах міста може відмирати вже у віці 25–30 років. *Acer negundo* L. є швидкорослим видом, може плодоносити вже на 5–12-й рік. Насіннева продуктивність дуже висока, насіння характеризується гарною схожістю, завдяки чому поряд із дорослими деревами можуть утворюватися суцільні зарості молодняка.

Найбільшою загрозою для довкілля є здатність клену ясенелистого впроваджуватися у природні угруповання і змінювати видовий склад фітоценозів, тобто він є так званим видом-трансформером, здатним виділяти у середовище алелопатично активні речовини, які дуже пригнічують ріст і розвиток інших організмів.

Робінія псевдоакація, біла акація (*Robinia pseudoacacia* L.)



Robinia pseudoacacia L. – дерево висотою 20–25 м. Розмножується самосівом і вегетативно. Цвітіння розпочинає на 4–7-му роках життя. Ентомофіл. Плід – біб довжиною 5–12 см, який може тривалий термін зберігатися на дереві. Найбільша кількість насіння спостерігається на 15-40-річних деревах. Проростання насіння відбувається тільки за сприятливих умов, непроросле насіння може довго зберігати схожість, перебуваючи у ґрунті. Активно розселяється. Знаходиться симбіотичних відносинах з бактеріями-азотфіксаторами. Тривалість життя – більше 100 років.

Природний ареал – Північна Америка. Використовується для озеленення селитьби, створення штучних лісів у степовій зоні, при проведенні рекультиваційних робіт, для закріплення схилів та захисту ґрунтів сільськогосподарських угідь від ерозії. Конкурентними перевагами робінії над місцевими видами деревних рослин є відносно швидке проростання насіння, інтенсивний ріст сіянців, здатність до активного вегетативного розмноження, висока фотосинтетична активність. Може зростати у широкому діапазоні екологічних факторів: невибаглива до умов зволоження, окислю-вально-відновлювального режиму, до багатства ґрунтів, особливо до вмісту сполук нітрогену. Робінія може чинити алелопатичний вплив на аборигенну рослинність.

Борщівник Сосновського (*Heracleum sosnowskyi* Manden.)

Борщівник Сосновського – багаторічна рослина з родини селерових, злісний бур'ян. Через високий зріст і велику надземну масу цю дворічну рослину і зараз називають Геракловою травою, наукову назву цієї рослини надано на честь відомого дослідника флори Кавказу Д. І. Сосновського. З Кавказу, де місцеві жителі використовували для супів та борщів молоде листя (звідки його назва), ця рослина потрапила в Україну і досить швидко поширилася. Віддає перевагу легким за механічним складом ґрунтам з добрим зволоженням. Добре витримує низькі температури та посуху.



Під снігом взимку витримує до -40°C , а також заморозки до -10°C . Витримує затоплення до 30 днів. Більшість дослідників відмічають високу конкурентоспроможність даного виду. Рослина створює навколо себе особливу зону, навколо неї не росте навіть дерен. Це пов'язано з тим, що насіння борщівника містить ефіро-олійні речовини і смоли, які потрапляючи із насінням на поверхню ґрунту затримують проростання насіння інших видів рослин і цим забезпечують захист проростків борщівника.

Росте борщівник обабіч річок, доріг, лісів та полів, поступово перебираючись і на поля та дачні ділянки. Рослина не має природних ворогів, тому напрочуд швидко освоює вільні території. Стебло у борщівника Сосновського прямостояче, ребристе, з борозенками, висотою до 3 м, в діаметр 3-5 см. Листя – черешкові, великі (довжиною до 50-60 см), трійчасто- або перисто-роздільні, опушені, зверху зелені, знизу сіруваті.

Квітки – двостатеві біло-зелені, іноді навіть рожеві, зібрані в великі (до 40-50 см в діаметрі) 30-75 променеві зонтики. Вся рослина вкрита жорсткими волосками. Плоди обернуто-яйцевидні, продовгуваті до 10-12 мм довжиною та 8 мм завширшки. Одна рослина може дати від 15 до 20 тис. і більше насінин. Наявність на насінинах борщівника «крилець» підвищує їх летючість та сприяє активному розповсюдженню. Ще однією загрозливою особливістю борщівника є різноякісність насіння. Зазвичай в перший рік проростає від 20 до 70%; на другий – від 30 до 60% від не пророслих в першій рік насінин. Деякі плоди борщівника можуть прорости лише через 5-6 років або навіть через 12-15 років.

Коренева система – стрижнева, добре розвинена, проте основна її маса розміщується в шарі ґрунту до 30 см (окремі корені проникають на глибину більше 2 м).

У верхній частині корінь розгалужений, на зламі виділяє рідину з різким запахом ефірної олії. Прозорий водянистий сік рослини багатий на речовини з групи фуранокумаринів.

Під дією ультрафіолетового випромінювання вони переходять в активну форму, яка викликає пошкодження шкіри. Після контакту з рослиною, особливо в сонячні дні, на шкірі може з'явитися сильний опік 1-3 ступеню.

Особлива небезпека полягає в тому, що доторк до рослини спочатку не викликає в людини ніяких неприємних відчуттів, а опіки з'являються на уражених ділянках тіла через 1-2 дні, розвиваючись поступово під впливом сонячного ультрафіолету. Місця уражень важко гояться, загострюються прояви інших шкірних захворювань.

Оскільки борщівник є небезпечним видом, ставлення до нього повинно бути, як до карантинної рослини, необхідно регулярно вживати заходи для запобігання його поширенню: систематичне скошування, зрізування товстих коренів на глибині 10-15 сантиметрів забезпечує знищення рослини, а також скошування уздовж берегів річок, узбіччя доріг. Оскільки розмножується борщівник тільки за допомогою насіння, слід не допускати появи квітконосів, тому що навіть на скошеній рослині насіння має здатність дозрівати. Якщо квітконоси вже утворилися зрізані рослини необхідно спалювати та слідкувати щоб від коренів не з'явилися нові бічні зонтики у прикореневій розетці. Добре допомагає в знешкодженні рослин на городі викопування товстих коренів. Викопують їх тільки в щільному одязі і в гумових рукавичках. При потраплянні соку на шкіру її треба промити водою з милом і виключити дію сонячних променів впродовж двох діб.

Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia*)



Амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia*) потрапила з Північної Америки, яка і є її батьківщиною. Проте нині вона поширилася і на решту материка, а також Центральну та Південну Америку. Її вторгнення охопило і Європу, і Азію, і навіть Австралію. Вважається, що до Європи амброзія потрапила у 1873 році у вантажах сільськогосподарських культур. Це дало

початок розповсюдження новими територіями. Її популяції почали фіксувати у Німеччині, а згодом і у Франції, Великій Британії, Нідерландах та Бельгії. Згодом амброзія поступово розповсюдилась по всій Європі.

Рослина відноситься до ряду однорічних і багаторічних трав'янистих рослин, рідше напівкущів родини Айстрових. По зовнішньому вигляду нагадує полин звичайний. Стебло прямостояче, розгалужене, опушене короткими волосками. При густому травостої, на сухих схилах і бідних ґрунтах рослини ледь досягають 10-15 см; на родючих ґрунтах за достатнього зволоження і рідкого травостою окремі рослини досягають 2-2,5 м висоти. Часто зустрічається на узбіччях залізниць, шосейних і ґрунтових доріг, по берегах річок і ставків.

Росте в посівах різних культурних рослин. А також по шляхах, біля будинків та смітників, на пустищах, старих кладовищах, відвалах різних порід, залізничних насипах, у місцях, де порушений ґрунтовий та рослинний покрив (новобудови, довгобудови) або завезено новий ґрунт з інших місць, у долинах річок тощо. Захоплює погано оброблені поля, городи, виноградники, баштани, сади, занедбані газони.

Під час цвітіння ця рослина дуже небезпечна: пилок викликає у людей алергію (підвищення температури, сльозотечу, кон'юнктивіт, погіршує зір і може викликати набряк легенів), медики називають це амброзійним полінозом або сінною пропасницею. Слід додати, що у цей період від її пилку страждають астматики, у яких загострюються приступи бронхіальної астми.

Серед тварин є особливо небезпечні для місцевої біоти види, які подані в таблиці 1.

Таблиця 1

Пропонований перелік особливо небезпечних інвазійних видів тварин України

№ з/п	Латинська назва	Українська назва
1	<i>Mnemiopsis leidyi</i> (A. Agassiz)	Реброплав мнеміопсис
2	<i>Dreissena bugensis</i> (Andrusov)	Дрейссена буська
3	<i>Mytilopsis leucophaeata</i> (Conrad)	Несправжня мідія
4	<i>Rapana venosa</i> (Valenciennes)	Рапана
5	<i>Eriocheir sinensis</i> (H. Milne Edwards)	Китайський мохнорукий краб
6	<i>Harmonia axyridis</i> (Pallas)	Гармонія мінлива, або сонечко-арлекін
7	<i>Trichoferus campestris</i> (Faldermann)	Трихофер польовий
8	<i>Carassius auratus</i> (L.)	Карась китайський
9	<i>Carassius gibelio</i> (Bloch)	Карась сріблястий
10	<i>Pseudorasbora parva</i> (Temminck and Schlegel)	Чебачок амурський
11	<i>Gambusia holbrooki</i> (Girard)	Гамбузія східна
12	<i>Lepomis gibbosus</i> (L.)	Сонячний окунь звичайний
13	<i>Perccottus glenii</i> (Dybowski)	Ротань-головешка
14	<i>Ameiurus nebulosus</i> (Lesueur)	Сомик коричневий
15	<i>Trachemys scripta</i> (Thunberg)	Червоновуха черепаха
16	<i>Myocastor coypus</i> (Molina)	Нутрія

17	<i>Ondatra zibethicus</i> (Linnaeus)	Ондатра звичайна
18	<i>Mustela vison</i> (Schreber)	Норка американська
19	<i>Nyctereutes procyonoides</i> (Gray)	Собака єнотоподібний

Ондатра болотяна *Ondatra zibethicus* Linnaeus



Первинний ареал. Включає всю територію Канади і США, частково північ Мексики.

Вторинний ареал. Північна Євразії та Південна Америка (Мексика, Чилі і південна Аргентина). Розселення ондатри в Євразії триває як на заході так і на сході. Наразі вид заселив всю Україну, але найпотужніші популяції зосереджені на півдні.

Поточна чисельність в Україні оцінена у 108,7 тис. особин. Інвазія ондатри до складу різних типів водно-болотних екосистем викликало значні зміни в біотичних відносинах напівводних і частково наземних видів фауни хребетних і безхребетних тварин. Ці зміни пов'язані в першу чергу з трофічними зв'язками, просторовою структурою популяцій, територіальним перерозподілом і організацією водних і навколводних угруповань. Трофічна діяльність ондатри стала сильним екологічним фактором у формуванні берегових екосистем, впливаючи, перш за все, на гідрофільну рослинність. Спостерігається вилучення значної частини фітомаси, зниження швидкості лісовідновлення, погіршення захисних і репродуктивних функцій середовища.

Ондатра – важливий фактор трансформації водних рослинних ценозів в місцях її проживання. Будучи ненажерливою, вона споживає масу рослин. Поїдаючи кореневища макрофітів, ондатра знищує і бруньки відновлення, що розвиваються на них. Крім того, ондатра є природним носієм кількох захворювань, включаючи туляремію і паратиф.

Червоновуха черепаха *Trachemys scripta*



Первинний ареал. Південь і південний схід США в долині р. Міссісіпі (від штату Іллінойс до Мексиканської затоки) і прилегла частина Мексики.

Вторинний ареал. Заселяє більшу частину США, південь Канади (Онтаріо), північний схід Мексики, Центральної Америки і ряд країн Південної Америки (Колумбія, Еквадор, Гайана, Бразилія, Чилі, Аргентина). Відома з Австралії, Нової Зеландії, острівних держав Океанії і деяких країн Африки (Єгипет, ПАР). Більша частина Азії та Європи. В Україні відмічена у наступних областях: Закарпатська, Чернівецька, Івано-Франківська, Рівненська, Чернігівська, Сумська, Київська, Харківська, Одеська та Крим.

Вплив на інші види, екосистеми і людини. У присутності червоновухих черепах потенційно вразливі макрофіти, водні личинки комах, інші важливі для функціонування екосистем водні та навколоводних безхребетні, земноводні (черепахи поїдають пуголовок, але можуть нападати і на дорослих). Завдяки великим розмірам і нерідко агресивної поведінки, червоновуха черепаха може успішно конкурувати з аборигенними видами черепах за їжу, місця відкладання яєць. Вона має перевагу також в зв'язку з більш високими репродуктивними показниками.

Для запобігання можливого розширення інвазії черепахи потрібно ряд законодавчих заходів для контролю над торгівлею і утриманням в неволі цих рептилій, роз'яснювальна робота з населенням про неприпустимість випуску домашніх вихованців в природу.

Гармонія азійська *Harmonia axyridis*

Природний ареал гармонії азійської – східна Азія. Він охоплює Китай, Корею, Японію, Монголію, південь Сибіру. Як і більшість видів сонечок, вона харчується попелицями й іншими дрібними, зазвичай шкідливими для сільського господарства комахами. Гармонія азійська з'їдає значно більше комах, ніж, наприклад, типове для України семикрапкове сонечко. Інвазія гармонії суттєво впливає на місцеві біоценози й несе загрозу аборигенним видам сонечок.



Рис. 1. Найпоширеніші варіанти забарвлення гармонії азійської

Успішне витіснення гармонією місцевих видів відбувається завдяки тому, що вона переносить на своїх покривах паразитичний грибок хеспероміцес (*Hesperomyces virescens*), а в порожнині тіла – нематоду (*Parasitylenchus bifurcatus*). Гармонія стійка до цих паразитів на відміну від інших сонечок. Перша знахідка гармонії азійської в Україні відбулася в Закарпатті у 2009 р.

Рапана венозна (*Rapana venosa*)



Рапана венозна (*Rapana venosa*) – найбільший червононогий молюск фауни України. Природний ареал охоплює моря Далекого Сходу. У 1947 р. молюск вперше був знайдений у Чорному морі у Новоросійській бухті, куди потрапив скоріш за все з баластними водами кораблів. Після цього масово розселився по всій акваторії Чорного моря. Зустрічається також у Азовському морі.

Тривалість життя до 15 років. Зустрічається на будь-якому ґрунті на глибинах від 0 до 50 м. Ненажерливий хижак, живиться двостулковими молюсками, на батьківщині переважно устрицями, у Чорному морі – устрицями (популяцію яких майже повністю знищив), гребінцями та мідіями. Через те що молюск має дуже тверду черепашку, природних ворогів у дорослих особин у Чорному морі немає. На батьківщині ворогами рапани є морські зірки, але оскільки солоність Чорного моря невелика, в ньому вони відсутні.

Ротань-головешка *Percottus glenii* Dybowski



Ротань-головешка або головешка амурська – прісноводна риба родини Головешкових. Виходець з водойм Далекого Сходу. У 1912 р. потрапив до Європи як акваріумна риба, а потім у природні водойми. Наразі мешкає у Сибіру, Казахстані, поширився країнами Європи.

В Україні зустрічається з кінця 1970-х у водоймах західної України. Мешкає у басейнах річок Дністра, Прута, Дніпра, Дунаю, а також Південного Бугу.

Головешка відрізняється великою витривалістю та екологічною пластичністю і може жити у водоймах, які промерзають наскрізь або повністю пересихають, у воді з малим вмістом кисню або навіть у болоті. При несприятливих умовах занурюється у мул. Ненажерливий хижак, що атакує будь-яку здобич, меншу за нього за розмірами. Живиться також ікрою риб та органічними рештками. Тривалість життя цієї риби у водоймах Європи становить 8-10 років.

Вважається серйозним шкідником, який своєю ненажерливістю може суттєво скоротити популяції риб у водоймі, поїдаючи ікру та молодь.

ЛІТЕРАТУРА

1. Антипчук А. Ф., Кіреєва І. Ю. Водна мікробіологія. Київ : Видавничий центр НАУ, 2005. 270 с.
2. Антоняк Г.Л., Калинець-Мамчур З.І., Дудка І.О., Бабич Н. О., Панас Н.Є. Екологія грибів: монографія. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2013. 628 с.
3. Іутинська Г.О. Ґрунтова мікробіологія: Навчальний посібник. Київ : Арістей, 2006. 284 с.
4. Козак В. Гриби України. Тернопіль : Підручники та посібники, 2021. 240 с.
5. Коновалова О. Ю. Отруйні рослини. Навч. посібник / Під ред. Коновалової О.Ю. та Туманова В. А. Київ : ВПЦ «Київський університет», 2011. 494 с.
6. Отруйні рослини як біологічний фактор небезпеки: Навчальний посібник / А. О. Аннамухаммедов, Н. В. Буханевич, Н. С. Ількевич, В. П. Каленська, А. А. Мелешенко. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2018. 109 с.
7. Мінухін В.В., Замазій Т.М., Коваленко Н.І. Патогенні гриби: метод. вказ. з дисципліни «Мікробіологія, вірусологія та імунологія з мікробіологічною діагностикою». Харків : ХНМУ, 2016. 76 с.
8. Протопопова, В. В. та ін. Фітоінвазії в Україні як загроза біорізноманіттю: сучасний стан і завдання на майбутнє. Нац. акад. наук України, Ін-т ботаніки ім. М. Г. Холодного. К. : [б.в.], 2002. 31 с.
9. Рапана венозна URL: <https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%>.
10. Шувар І. А. Особливо небезпечні рослини України: навч. посіб. Київ : Центр учбової літератури, 2013. 192 с.

Музиченко Оксана

**БІОЛОГІЧНЕ ТА МІКРОБІОЛОГІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ
НАВКОЛИШНЬОГО СЕРЕДОВИЩА**

Частина 2

Конспект лекцій