

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Кляченко О.Л., Лісовий М.М., Кваско О.Ю.

ОСНОВИ
БІОРІЗНОМАНІТТЯ

Підручник
для підготовки студентів зі спеціальності
162 «Біотехнології та біоінженерія»

Київ – 2022

УДК 574.1(075)
О-75

Рецензенти:

В.М. Чайка, доктор сільськогосподарських наук, професор;
Ю.В. Лихолат, доктор біологічних наук, професор;
О.С. Дем'янюк, доктор сільськогосподарських наук, професор, член-кореспондент НААН.

*Рекомендовано до друку рішенням вченої ради
Національного університету біоресурсів і природокористування України
(протокол № 3 від 26 жовтня 2022 року)*

О-75 **Основи біорізноманіття**: підручн. / О.Л. Кляченко, М.М. Лісовий,
О.Ю. Кваско., 2022. – 300 с.

ISBN

У підручнику викладено основні теоретичні відомості про базові концепції вивчення біорізноманіття, його класифікації, методи оцінки та збереження. Вказані основні загрози та проблеми сьогодення пов'язані зі збідненням біорізноманіття. Підручник спрямований на ознайомлення майбутніх фахівців з базовими принципами моніторингу, інвентаризації видового різноманіття і багатства, аналізу первинної інформації та ін.

Для студентів, аспірантів, викладачів та наукових співробітників біологічних, екологічних та аграрних вузів, які спеціалізуються в галузі біології, біотехнології і екології та охорони навколишнього середовища.

УДК 574.1(075)

ISBN

© О.Л. Кляченко, М.М. Лісовий, О.Ю.
Кваско, 2022
© Національний університет біоресурсів
і природокористування України, 2022

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА.....	5
ВСТУП.....	7
ВИЗНАЧЕННЯ БІОРИЗНОМАНІТТЯ.....	8
ЗНАЧЕННЯ БІОРИЗНОМАНІТТЯ.....	12
ГЕНЕТИЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ.....	17
ВИДОВЕ БІОРИЗНОМАНІТТЯ.....	23
ЕКОЛОГІЧНЕ (ЕКОСИСТЕМНЕ) БІОРИЗНОМАНІТТЯ.....	27
КЛАСИФІКАЦІЇ БІОРИЗНОМАНІТТЯ.....	30
Інвентаризаційне та диференційоване біорізноманіття.....	30
Таксономічне і типологічне біорізноманіття.....	31
Біохорологічне різноманіття.....	32
Структурне біорізноманіття.....	34
ЗАГРОЗИ ДЛЯ БІОЛОГІЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ.....	35
Темпи зникнення видів.....	35
Основні загрози біорізноманіттю, спричинені антропогенною діяльністю.....	41
Процеси, причини і наслідки збіднення біорізноманіття.....	50
агросфери України.....	50
БІОРИЗНОМАНІТТЯ ЧУЖОРІДНИХ (ІНВАЗІЙНИХ) ВИДІВ.....	57
Адвентивні (чужорідні) види у флорах різних регіонів.....	62
Проблеми інвазійних видів комах в Україні.....	63
БІОРИЗНОМАНІТТЯ УКРАЇНИ: СЬОГОДЕННЯ.....	66
Агробіорізноманіття його визначення та структура.....	71
БІОРИЗНОМАНІТТЯ КОМАХ В БІОЦЕНОЗАХ, СИСТЕМАТИКА І ЕКОЛОГІЯ.....	79
Життєві форми та екологічні угруповання комах.....	83
Біорізноманіття комах-геобіонтів.....	86
Біорізноманіття комах-герпетобіонтів.....	89
Біорізноманіття комах-фітофагів життєвої форми хортобіонти.....	92
Біорізноманіття комах-дендробіонтів.....	94
ЖИВЛЕННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНІ НІШІ ЕНТОМОЛОГІЧНОГО БІОРИЗНОМАНІТТЯ.....	100
Виміри екологічних ніш комах.....	100
Адаптації комах до вологості й опадів.....	108
Адаптації комах до абіотичних чинників середовища.....	110
БІОРИЗНОМАНІТТЯ ЕНТОМОФАГІВ (ХИЖАКІВ ТА ПАРАЗИТІВ) (на прикладі комах біоценозів).....	112
Біорізноманіття комах-хижаків і їх спеціалізація.....	112
Біорізноманіття паразитних комах в біогеоценозах і їх екологічна функція...115	
БІОРИЗНОМАНІТТЯ МІКРООРГАНІЗМІВ.....	128
БІОРИЗНОМАНІТТЯ ВІРУСІВ, МОРФОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ.....	162
БІОРИЗНОМАНІТТЯ ТА ЕКОЛОГІЯ СИНЬО-ЗЕЛЕНИХ І ЗЕЛЕНИХ ВОДОРОСТЕЙ.....	182
БІОРИЗНОМАНІТТЯ ГРИБІВ, МОРФОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ.....	187

БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЛИШАЙНИКІВ	190
БІОРІЗНОМАНІТТЯ МОХІВ І ПАПОРОТЕЙ.....	192
ЗАХОДИ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ.....	196
Екологічні засади збереження біорізноманіття.....	200
Створення та стан впровадження екомережі в Україні.....	205
Збереження видового різноманіття комах в агробіоценозах	208
Наукові критерії відбору територій для включення до структурних елементів екомережі та переліків територій і об'єктів екомережі.....	212
Червонокнижні види ентомологічного біорізноманіття України	214
МЕТОДИ ОЦІНКИ БІОРІЗНОМАНІТТЯ	218
Оцінка видового біорізноманіття (α - різноманіття).....	220
Індекси видового багатства	220
Аналіз β - різноманіття співтовариств.....	225
Оцінка біорізноманіття великих територіальних угруповань	228
Проведення діагностики онтогенетичного стану деревних рослин.....	230
Методи оцінки абсолютної щільності та просторової структури популяції...232	
Визначення видового різноманіття, багатства та рівня домінування окремих видів у біоценозі	234
Оцінка просторового розподілу особин.....	235
Системний підхід до вивчення переміщення особин у просторі	236
Методи аналізу міграційної активності	237
Індекси подібності флор та фаун	238
Оцінка вікового різноманіття особин у популяції	240
Методи аналізу ростових процесів	240
Методи оцінки ентомологічного біорізноманіття.....	243
Методи обліку комах-герпетобіонтів	246
Методи обліку комах-хортобіонтів	246
Методи обліку комах-філофагів	247
Облік ґрунтових комах (геобіонтів)	248
ГЛОСАРІЙ	251
ОСНОВНІ НОРМАТИВНІ ДОКУМЕНТИ.....	281
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	284

ПЕРЕДМОВА

Біологічне різноманіття нашої планети – це продукт тривалої еволюції, яка розвивалася шляхом ускладнення системної організації живих організмів і збільшенням їх числа та різноманіття життєвих форм. Саме біорізноманіття стало тим потенціалом, на базі якого біосфера Землі відроджувалася кожен раз, коли опинялася на межі загибелі. При цьому біологічна маса живих організмів та їх різноманіття прагнуло до зростання і збільшення. Однак ця тенденція мала непостійний часовий характер: періоди швидкого зростання змінювалися різкими спадами, які були викликані не завжди встановленими причинами глобального характеру. В початкові періоди формування біосфери видове різноманіття біосфери наростало, але потім стабілізувалося і до цього часу залишається відносно постійним.

В наш час відбувається значне скорочення біологічного різноманіття за рахунок елімінації видів. Під впливом антропогенних факторів швидкість вимирання видів у багато разів перевищила природну швидкість. Відбувається незворотній і некомпенсований процес руйнування унікального генофонду планети. Дестабілізація біоти може призвести до втрати здатності біосфери підтримувати необхідну якість середовища і, в кінцевому підсумку, сталий розвиток цивілізації.

Усвідомлення біологічного різноманіття, як унікальної властивості живої природи та його ролі в збереженні життя на Землі стало невід'ємною частиною сучасних поглядів на взаємини природи і суспільства.

Проблема збереження і раціонального використання природного біорізноманіття стала однією з пріоритетних для розвинутих країн світу. До її вирішення залучені авторитетні міжнародні організації, наукові установи, прогресивна світова спільнота. Від успіхів у цій складній справі залежить майбутнє країн, їх сталий розвиток, збереження моральної і етичної платформи цивілізації.

Підручник «Основи біорізноманіття» для студентів за напрямом підготовки «Біотехнологія» спрямований на ознайомлення майбутніх фахівців з

базовими принципами моніторингу, інвентаризації видового різноманіття і багатства. Молоді науковці і фахівці біологічного, екологічного і сільськогосподарського спрямування мають володіти базовими поняттями біогеографії, еволюційної екології, враховувати різноманіття на різних рівнях організації життя: молекулярному, генетичному, клітинному, таксономічному, екологічному та інших, розумітись на закономірностях антропогенної трансформації флори і фауни, враховувати особливості розповсюдження інвазійних видів і прогнозувати їх вплив на видове багатство і стабільність природних екосистем, оцінювати можливі ризики.

У підручнику «Основи біорізноманіття» викладено концепцію сучасної диверсикології, яка розвивалась через формування знань про емерджентні властивості екосистем, класифікації біорізноманіття, рівні дослідження різноманіття і синекологічні взаємозв'язки, сучасні загрози біологічному різноманіттю та заходи щодо збереження флори і фауни.

Теоретичний курс підкріплюється практичними розробками авторів підручника, які надають можливість майбутнім фахівцям оволодіти навичками збору і аналізу первинної інформації, оцінки видового багатства і різноманіття, визначення рівня домінування окремих видів у біоценозі, оцінки вікового складу організмів у популяціях, визначення індексів подібності флор та фаун.

Підручник «Основи біорізноманіття» буде корисний студентам і аспірантам біологічного профілю, екологам та біотехнологам.

ВСТУП

Біорізноманіття є національним багатством України, збереження та невиснажливе використання якого визнано одним з пріоритетів державної політики в галузі природокористування, екологічної безпеки та охорони довкілля, невід'ємною умовою поліпшення його стану та екологічно збалансованого соціально-економічного розвитку.

Біологічне різноманіття – один із фундаментальних феноменів, що характеризує прояви життя на планеті. Різноманіття біологічних структур і процесів є базою організації біосфери в усіх її глобальних проявах. На основі біорізноманіття створюється структурна і функціональна організація живої речовини біосфери та складників її екосистем, що визначає стабільність і стійкість останніх до зовнішніх впливів.

Біорізноманіттю належить домінуюча роль у кругообігу речовини, енергії та інформації, що забезпечує екологічну стабільність. Воно займає основні сфери планети і приймає участь у різноманітних екологічних процесах, а також відіграє значну роль у функціонуванні екосистем. До останнього часу роль біорізноманіття в біогеоценозах і особливо в його майбутньому, фактично не досліджували. Точно не відомо скільки видів біорізноманіття мешкає на планеті. На сьогоднішній день описано близько 1,5 млн. видів, тоді як, за оцінками фахівців, на планеті сьогодні мешкає від 5 до 100 млн. видів. З урахуванням антропогенних та кліматичних чинників, які складають загрозу біорізноманіттю, надзвичайно актуальним є дослідження стану фауни і флори, вивчення і із збереження видового біорізноманіття України.

ВИЗНАЧЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ

Сучасна біосфера, середовище проживання всіх живих організмів, є водночас і продуктом їх життєдіяльності: постійного відтворення, метаболізму (обміну речовин) і посмертного розкладання живих істот. Всі складові середовища життя – ґрунтова, водна, наземна, повітряна – є результатом постійної взаємодії і взаємопроникнення живої і неживої речовини. Жоден вид живих організмів не може існувати виключно серед собі подібних. Життя можливе тільки в багатокомпонентних спільнотах (біоценозах) і з певною сукупністю умов, що характеризують місце їх проживання (біотоп).

Численність і різноманіття мешканців планети відповідає різноманіттю екологічних ніш в біогеоценозах. Мільйони біологічних видів – головний ресурс і основа стійкості (гомеостазу) біосфери. При описі структури і властивостей екосистем першими зазвичай вказують показники видового різноманіття. Крім цього, розглядають структурне різноманіття, що характеризує кількість місцепроживань та екологічних ніш, і генетичне різноманіття всередині популяцій. Всі ці показники важливі для формування адаптаційних можливостей екосистеми. Охорона біорізноманіття нашої планети є актуальним завданням сучасності, так як у зв'язку з техногенними впливами на природні екосистеми багато видів вимирають. Цей процес катастрофічно прискорився в ХХ столітті і веде до втрати стійкості окремих екосистем і біосфери в цілому.

Вперше словосполучення «біологічне різноманіття», вірогідно, вжив Бейтс Генрі Уолтер (Bates Henry Walter) (1825–1892), англійський натураліст і мандрівник, відомий головним чином своїми роботами по мімікрії у комах. Його настільки вразили 700 видів метеликів, що були зустрінуті протягом годинної екскурсії в лісах Амазонії, що він придумав термін, який з часом завоював величезну популярність.

У широкий науковий вжиток це поняття ввійшло в 1972 році на Стокгольмській конференції ООН з навколишнього середовища, де екологи зуміли переконати політиків у тому, що охорона живої природи повинна стати пріоритетом при здійсненні будь-якої діяльності людини на Землі.

Поняття «біорізноманіття» придбало широке міжнародне звучання з моменту підписання Конвенції про біологічне різноманіття (1992, Ріо-де-Жанейро). На сьогоднішній день концепція біорізноманіття придбала глобальне значення, оскільки наукові проблеми і аспекти сьогодення тісно переплітаються з соціальними, правовими, економічними, політичними тощо.

Біологічне різноманіття (biological diversity) – один з небагатьох загальнобіологічних термінів, формулювання якого закріплене на рівні міжнародних угод:

«Біологічне різноманіття» означає різноманіття живих організмів з усіх джерел, включаючи, серед іншого, наземні, морські та інші водні екосистеми і екологічні комплекси, частиною яких вони є; це поняття включає в себе різноманіття у рамках виду, між видами і різноманіття екосистем – Конвенція про охорону біологічного різноманіття від 1992 року.

«Biological diversity» means the variability among living organisms from all sources including, inter alia, terrestrial, marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are part; this includes diversity within species, between species and of ecosystems. – Convention on biological diversity Rio de Janeiro from 5 June 1992.

Біорізноманіття розглядається на трьох рівнях: генетичному, видовому та екологічному (екосистемному) (рис. 1).



Рис. 1 Структура і рівні вивчення біорізноманіття

Генетичне різноманіття – являє собою весь об’єм спадково закріпленої інформації, що міститься в генах всіх живих організмів на планеті.

Видове різноманіття – відображає кількість видів та частоту зустрічальності особин різних видів на конкретних територіях.

Екологічне (екосистемне, ландшафтне) різноманіття – утворюється сукупністю різноманітних місцезнаходжень біотичних співтовариств і екологічних процесів в рамках окремих екосистем і біосфери в цілому.

Іноді в окрему категорію виділяють різноманіття ландшафтів, яке відображає особливості територіального устрою і вплив місцевих, регіональних і національних культур суспільства.

Всі типи біологічного різноманіття взаємопов’язані між собою: генетичне різноманіття забезпечує різноманіття видів; різноманіття екосистем і ландшафтів створює умови для утворення нових видів; підвищення видового

різноманіття збільшує загальний генетичний потенціал живих організмів Біосфери. Кожен вид вносить свій внесок в різноманіття - з цієї точки зору не існує непотрібних і шкідливих видів.

Біологічне різноманіття – унікальна особливість живої природи. Саме завдяки йому формується структурно-функціональна організація екосистем, що забезпечує їх стабільність і стійкість до змін зовнішнього середовища, в тому числі викликаним антропогенними впливами.

ЗНАЧЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ

Виникнення різноманіття живих систем в процесі еволюції біосфери було обумовлено відмінностями в життєвих умовах організмів і їх різною функціональною роллю в біоценозах. Існування на Землі біологічного різноманіття має принципове значення.

1. Біологічне різноманіття забезпечує основні функції біосфери:

- виробництво органічної речовини;
- деструкція органічної речовини;
- хід біогеохімічних кругообігів речовин і потоків енергії.

Угруповання організмів – продуценти, консументи і редуценти утворюють ланцюжки, в яких кожен вид і кожна група виконує певні функції. Жоден вид і жодна функціональна група не може виконати всі етапи біогеохімічних кругообігів, для цього потрібна взаємодія всіх груп:

- продуценти – синтез органічної речовини;
- консументи – потік енергії по етапах харчової мети;
- редуценти – деструкція і мінералізація органічної речовини.

2. Біологічне різноманіття дозволяє найефективніше використовувати ресурси середовища. Кожен з наявних в даний час видів пристосований для найбільш ефективного функціонування в певних екологічних умовах – власної екологічної ніші. При цьому багатовидові спільноти здатні використовувати ресурси середовища максимально повно і з найменшою напруженістю конкурентних відносин.

3. Наявність біологічного різноманіття забезпечує безперервність живого покриву Землі, за висловом В.І. Вернадського: «У різних кліматичних зонах функціонують різні типи екосистем, в різних середовищах біосфери (водній, наземній, ґрунті) мешкають певні, пристосовані до них види організмів. Навіть в межах одного виду є різноманіття алелів, генотипів, географічних рас, популяцій, які пристосовані до конкретних умов».

4. Біологічне різноманіття забезпечує непереривність життя в часі. У різні історичні епохи на Землі відбувалися і відбуваються зміни умов місць існування, але серед організмів завжди знаходилися форми, здатні до існування в нових умовах – преадаптовані до них, в той час як інші організми, які не мали таких пристосувань, вимирали.

5. Біологічне різноманіття забезпечує біосферний гомеостаз: кожен вид в екосистемі знаходиться під регулюючим впливом інших видів, які перешкоджають його надлишкового розмноженню, що завдало б шкоди екосистемі. В бідних за видовим складом спільнотах часто відбуваються спалахи чисельності окремих популяцій, що діє на екосистемі руйнівню.

При спробах знизити біологічне різноманіття екосистем, обмеживши його одним або декількома видами, як це робить людина в штучних екосистемах – агроценозах, ефективність використання ними ресурсів середовища знижується настільки, що вони не можуть існувати самостійно, без внесення людиною додаткової енергії.

6. Біологічне різноманіття забезпечує функцію розвитку екосистем в ході екологічної сукцесії, відновлення спільнот після ушкоджень. В ході сукцесії йде поступове заміщення одних видів іншими, більш ефективними в змінених умовах. Завершують сукцесію, як правило, особливі (клімаксні) види, що краще адаптовані до стабільних умов і насиченості середовища. Але види, що властиві раннім стадіям, не витісняються повністю, а утворюють з видами зрілого співтовариства динамічні рівноважні системи. При зміні умов середовища або дії на екосистемі зовнішніх стресових факторів наявність видів, характерних для різних стадій сукцесії, дозволяє екосистемам швидше «заліковувати» пошкодження.

Принцип взаємодії людства з біорізноманіттям планети можна проілюструвати з урахуванням масштабу впливу людини на природні системи і тієї ролі, яку біорізноманіття відіграє в підтримці життя на Землі. Основна умова підтримки життя на Землі – здатність біосфери створювати і підтримувати рівновагу між екосистемами, які входять до її складу. Всередині

біосфери повинні бути територіально збалансовані екосистемами більш низького рангу. Іншими словами, на Землі повинна бути необхідна кількість тундр, лісів, пустель і т.д. – як і біомів, а всередині біому тундр повинен зберігатися оптимум тундр, всередині біому хвойних лісів – оптимум лісистості. І так до самих дрібних екосистем, таких як, луки, ліси, озера та інші.

Функціонування планети в цілому та її кліматична рівновага обумовлена взаємодією кругообігів води, вуглецю, азоту, фосфору та інших речовин, що приводяться в рух енергією екосистем. Рослинний покрив - найважливіший фактор попередження ерозії, збереження орного шару землі, забезпечення інфільтрації та поповнення запасів ґрунтових вод. Без достатнього рівня біорізноманіття болотних екосистем неможливе запобігання евтрофікації водойм, а високий рівень видового різноманіття тварин - запорука стійкості будь-якої екосистеми і біосфери в цілому.

Якщо уявити, що людина залишилася на самоті на планеті Земля, то неважко передбачити подальший хід подій: немає продуктів харчування, зростає жорстке ультрафіолетове випромінювання, що не буде затримуватися більше озоновим шаром, через відсутність кисню стає неможливим дихання, а клімат виявляється несумісним з життям.

Мільйони видів тварин і рослин підтримують умови, що необхідні для продовження життя на Землі. Можливо, ці умови могло б забезпечити і менше число видів, але це достовірно невідомо. Як і невідома та межа, за якою при скороченні біорізноманіття почнеться необоротний процес руйнування екосистем і життя буде поставлене на межу існування. При руйнуванні біорізноманіття надійних способів компенсувати його втрати не існує.

Прагматичний погляд на біорізноманіття дозволяє нам побачити в ньому невичерпне джерело біологічних ресурсів. Біологічні ресурси дають нам всі види продуктів: продукти харчування, волокно для виготовлення одягу, будівельні матеріали, барвники, синтетичні речовини, ліки і т.д. Вони – основа більшості видів діяльності людини, від них значною мірою залежить стан світової економіки. Мікроорганізми, які відіграють життєво важливу роль в

багатьох екосистемах, сприяли прогресу в галузі виробництва продуктів харчування.

Сучасна медицина виявляє підвищену цікавість до біологічних ресурсів в надії отримати нові засоби лікування небезпечних хвороб. Чим більше різноманіття живих істот, тим більше можливостей для відкриття нових ліків; й історія медицини дає прекрасні приклади такої можливості. Потенційно будь-який вид може мати комерційну цінність або бути використаним в медицині а також в інших галузях промисловості.

У сільському господарстві генетичне різноманіття культурних рослин має величезне значення для розробки методів боротьби з шкідниками. Центри походження культурних рослин – це місця, в яких свого часу людина вперше ввела в культуру багато традиційних для сьогодення видів. На цих територіях чітко простежується зв'язок між сільськогосподарськими рослинами та їх дикоростучими родичами. Фермери проявляють все більшу цікавість до генетичного різноманіття сільськогосподарських культур, оскільки одним з пріоритетних сучасних досліджень є розробка методів збільшення продуктивності сільськогосподарських культур та підвищення їх пристосовності до мінливих умов середовища.

Біорізноманіття має велике значення також для організації відпочинку. Красиві ландшафти, багатовидові різноманітні екосистеми – найважливіша умова для розвитку туризму та відпочинку. Швидке розширення цього виду діяльності найчастіше є основним джерелом доходу для місцевого населення. Часто об'єктом підвищеного інтересу стають окремі види тварин і рослин.

Крім прагматичних аспектів значення біорізноманіття необхідно розглядати також естетичні аспекти. Краса, притаманна біорізноманіттю, служить джерелом натхнення. Без естетичного задоволення втратили б сенс величезна кількість наших захоплень, будь то спортивне рибальство, мисливство, пішохідні прогулянки або спостереження за птахами. У людей існує потреба в спогляданні красивих пейзажів. І все ж естетична цінність біорізноманіття – щось більше, ніж просте милування красивим пейзажем. Що

було б з людиною, її емоційним станом, її світовідчуттям, якби замість красивого озера або ділянки соснового лісу він бачив би навколо себе тільки купи сміття або понівечений грубим втручанням ландшафт? Мабуть, естетична сторона сприйняття біорізноманіття – не просто насолода красою окремих пейзажів; це, швидше, органічна потреба, притаманна кожній людині, так як сприйняття різноманітних форм життя об'єктивно покращує якість життя.

ГЕНЕТИЧНЕ РІЗНОМАНІТТЯ

Природне багатство нашої планети пов'язане з різноманітністю генетичних варіацій. Генетичне різноманіття, тобто підтримання генотипової гетерозиготності, поліморфізму та іншої генотипової мінливості, яка викликана адаптаційною необхідністю в природних популяціях, представлено спадкоємною різноманітністю всередині та між популяціями організмів.

Генетичне різноманіття – це сукупність генофондів різних популяцій одного виду або, іншими словами, різноманіття в межах кожного виду. Генетичне різноманіття забезпечує різноманіття видів. До генетичного різноманіття відносять існування в межах одного виду підвидів, рас, сортів, штамів, клонів, різновидів, форм тощо. Кожна особина виду має велику кількість генів, які і є джерелом її характерних рис.

Популяція – це група особин одного виду, які досить тривалий час мешкають на певній території, а також вільно схрещуються між собою і ізольовані від інших популяцій. Вид може включати одну або більше популяцій. Популяція може складатися як з кількох особин, так і з мільйонів.

Генетичне різноманіття в популяції визначається кількістю генів з більш ніж одним алелем (так званих поліморфних генів) і числом алелів у кожного такого гена. У популяції присутні гетерозиготні особини, які отримали від батьків різні алелі гена. Генетична варіабельність дозволяє видам адаптуватися до змін навколишнього середовища, наприклад, до підвищення температури або спалаху нового захворювання. Рідкісні види мають менше генетичне різноманіття, ніж широко розповсюджені, тому вони більш схильні до загрози вимирання при зміні умов навколишнього середовища.

Як відомо, генетичне різноманіття визначається варіюванням послідовностей 4 комплементарних нуклеотидів в нуклеїнових кислотах, складових генетичного коду. Кожен вид несе в собі величезну кількість генетичної інформації: ДНК бактерії містить близько 1000 генів, гриби – до 10000, вищі рослини – до 400000. Нові генетичні варіації виникають у особин

через генні та хромосомні мутації, а також у організмів, яким властиве статеве розмноження, через рекомбінацію генів. Генетичні варіації можуть бути оцінені у будь-яких організмів, від рослин до людини, як число можливих комбінацій різних форм від кожної генної послідовності. Інші різновиди генетичного різноманіття, наприклад кількість ДНК на клітину, структура і число хромосом, можуть бути визначені на всіх рівнях організації живого.

Величезна кількість генетичних варіацій представлена у перехресних популяціях і може бути здійснена за допомогою селекції. Різна життєздатність відбивається у змінах частот генів в генофонді і є реальним відображенням еволюції. Значення генетичних варіацій очевидне: вони дають можливість здійснення еволюційних змін і, якщо це необхідно, штучного відбору.

Тільки невелика частина (близько 1%) генетичного матеріалу вищих організмів вивчена в достатній мірі, коли ми можемо знати, які гени відповідають за певні прояви фенотипу організмів. Для більшої частини ДНК її значення для варіації життєвих форм залишається невідомим.

Кожен з 10^9 різних генів, розподілених у світовій біоті, не дає ідентичного внеску у формування різноманіття. Зокрема, гени, які контролюють фундаментальні біохімічні процеси, є строго консервативними у різних таксонів і, в основному, демонструють слабку варіабельність, яка сильно пов'язана з життєздатністю організмів.

Якщо судити про втрату генофонду з точки зору генної інженерії, приймаючи до уваги те, що кожна форма життя унікальна, вимирання всього лише одного дикого виду означає безповоротну втрату від тисячі до сотень тисяч генів з невідомими потенційними властивостями. Генна інженерія могла б використовувати це різноманіття для розвитку медицини і створення нових харчових ресурсів. Однак руйнування середовища існування та обмеження розмноження багатьох видів призводить до небезпечного зменшення генетичної мінливості, скорочуючи їх здатність адаптуватися до забруднення, змін клімату, хвороб та інших несприятливих факторів.

Основний резервуар генетичних ресурсів – природні екосистеми – виявився значно зміненим або зруйнованим. Зменшення генотипового різноманіття, яке відбувається під впливом людини, ставить на межу ризику можливість майбутніх адаптацій в екосистемах.

Природне багатство нашої планети пов'язано з різноманітністю генетичних варіацій. Генетичне різноманіття, тобто підтримка генотипової гетерозиготності (поліморфізму) та іншої генотипової мінливості, яка викликана адаптаційною необхідністю в природних популяціях, представлено спадкоємною різноманітністю всередині та між популяціями організмів.

Вивчення закономірностей розподілу генотипів в популяціях розпочато Пірсоном. Він показав, що за наявності різних алелів одного гена і дії вільного схрещування в популяціях виникає певний розподіл генотипів, який можна представити у вигляді:

$$p^2 AA + 2pq Aa + q^2 aa,$$

де p – концентрація гена A ; q – концентрація гена a .

Х. Харді і В. Вайнберг, незалежно один від одного, досліджуючи цей розподіл, висловили думку, що він є рівноважним, оскільки за відсутності чинників, що порушують його, він може зберігатися в популяціях необмежений час. Це стало поштовхом до розвитку популяційної генетики.. Головна заслуга в розробці популяційної генетики, а особливо її теоретичного і математичного аспектів, належить С. С. Четверикову, С. Райту, Р. Фішеру, Дж. Холдейну, А. С. Серебровському і Н. П. Дубініну.

Біологічна еволюція – це процес накопичення змін в організмах і збільшення їх різноманіття в часі. Еволюційні зміни охоплюють всі сторони існування живих організмів: їх морфологію, фізіологію, поведінку і екологію. В основі всіх цих змін лежать генетичні зміни, тобто зміни спадкового матеріалу, який, взаємодіючи з середовищем, визначає всі ознаки організмів.

На генетичному рівні еволюція являє собою накопичення змін в генетичній структурі популяцій.

Еволюцію на генетичному рівні можна розглядати як двоступеневий процес. З одного боку, виникають мутації і рекомбінації – процеси, що зумовлюють генетичну мінливість; з іншого боку, спостерігається дрейф генів і природний відбір – процеси, з яких генетична мінливість передається з покоління в покоління.

Еволюція можлива тільки в тому випадку, якщо існує спадкова мінливість. Єдиним постачальником нових генетичних варіантів служить мутаційний процес, проте ці варіанти можуть по-новому рекомбінуватися в процесі статевого розмноження, тобто при незалежному розходженні хромосом і внаслідок кросинговеру. Генетичні варіанти, які виникли внаслідок мутаційного і рекомбінаційного процесів, передаються з покоління в покоління аж ніяк не з рівним успіхом: частота деяких з них може збільшуватися за рахунок інших. Крім мутацій до процесів, що змінює частоти алелів в популяції, відноситься природний відбір, потік генів між популяціями і випадковий дрейф генів.

На перший погляд може здатися, що особини з домінантним фенотипом повинні зустрічатися частіше, ніж з рецесивним. Однак співвідношення 3:1 дотримується лише в потомстві двох особин, гетерозиготних по одним і тим же двом алелям. При інших типах схрещування в потомстві відбувається інше розщеплення ознак, і такі схрещування також впливають на частоти генотипів в популяції. Закони Менделя нічого не говорять нам про частоти генотипів в популяціях. Саме про ці частоти йдеться в законі Харді-Вайнберга. Основне твердження закону Харді-Вайнберга полягає в тому, що за відсутності елементарних еволюційних процесів, а саме мутацій, відбору, міграції та дрейфу генів, частоти генів залишаються незмінними з покоління в покоління. Цей закон стверджує також: якщо схрещування випадкове, то частоти генотипів пов'язані з частотами генів простими (квадратичних) співвідношеннями. Із закону Харді-Вайнберга випливає наступний висновок:

якщо частоти алелів у самців і самок початково однакові, то при випадковому схрещуванні рівноважні частоти генотипів в будь-якому локусі досягаються за одне покоління. Якщо частоти алелів у двох статей початково різні, то для аутосомних локусів вони стають однаковими в наступному поколінні, оскільки і самці, і самки одержують половину своїх генів від батька і половину – від матері. Таким чином, рівноважні частоти генотипів досягаються в цьому випадку за два покоління. Однак у випадку зчеплених зі статтю локусів рівноважні частоти досягаються лише поступово.

Організми, що володіють вдалими варіантами ознак, мають велику ймовірність (порівняно з іншими організмами) вижити і залишити потомство. Внаслідок цього корисні варіації в ряді поколінь накопичуватимуться, а шкідливі, менш корисні, витісняться, елімінуватися. Це і називається процесом природного відбору, який відіграє провідну роль у визначенні напрямку і швидкості еволюції.

Прямий взаємозв'язок між ступенем генетичної мінливості в популяції і швидкістю еволюції під дією природного відбору була доведена математичним шляхом Р. Фішером в його фундаментальній теоремі природного відбору. Фішер увів поняття пристосованості і довів, що швидкість зростання пристосованості популяції в будь-який момент часу дорівнює генетичній варіанті пристосованості в той же момент часу. Однак прямі докази цього факту були отримані лише наприкінці 60-х років ХХ сторіччя.

Мутаційний процес служить джерелом появи нових мутантних алелів і перебудов генетичного матеріалу. Однак зростання їх частоти в популяції під дією мутаційного тиску відбувається вкрай повільно, навіть в еволюційному масштабі. До того ж переважна більшість виникаючих мутацій усуваються з популяції протягом небагатьох поколінь вже в силу випадкових причин.

Важливий крок у генетиці популяцій був зроблений в 1926 році С. С. Четвериковим. Виходячи із закону Харді-Вайнберга, С. С. Четвериков довів неминучість генетичної різноманітності природних популяцій при тому,

що нові мутації безперервно з'являються, але залишаються зазвичай прихованими (рецесивними), а в популяції йде вільне схрещування.

З розрахунків Четверикова випливало, а згодом це було повністю підтверджено практикою, що навіть рідкісні і шкідливі для особини мутантні гени будуть надійно укріті від очищувальної дії природного відбору в гетерозиготах (організмах зі змішаною спадковістю) з домінуючими нешкідливими генами нормального дикого типу. Це означає, що навіть шкідлива гетерозиготна (організм з однорідною спадковістю) мутація зберігатиметься у вигляді генетичної «домішки» протягом ряду поколінь. Мутація буде ніби поглинута популяцією, через що за зовнішньою одноманітністю особин однієї популяції неминуче ховається їх величезна генетична різноманітність.

Четвериков це висловив так: «Вид, як губка, вбирає в себе гетерозиготні геноваріації, сам залишаючись при цьому весь час зовні (фенотипово) однорідним». Для життя популяцій ця особливість може мати два різних наслідки. У величезній більшості випадків при зміні умов середовища вид може реалізувати свій «мобілізаційний резерв» генетичної мінливості не тільки за рахунок нових спадкових змін у кожній особині, а й завдяки «генетичному капіталу», що дістався від предків. Завдяки такому механізму успадкування популяція набуває пластичність, без чого неможливо забезпечити стійкість пристосувань в мінливих умовах середовища. Однак зрідка можливий і інший результат: рідкісні приховані шкідливі мутації іноді можуть зустрітися у потомства абсолютно здорових батьків, приводячи до появи особин зі спадковими захворюваннями. І це – теж закономірне, незнищенне біологічне явище, свого роду жорстока плата популяції за підтримання своєї спадкової неоднорідності.

ВИДОВЕ БІОРІЗНОМАНІТТЯ

Термін «біорізноманіття» часто розглядають як синонім «видового різноманіття», зокрема «багатство видів», яке є числом видів в певному місці або біотопі. Загалом біорізноманіття зазвичай оцінюють як загальне число видів в різних таксономічних групах.

Видове різноманіття включає весь набір видів, що мешкають на Землі. Існує два основних визначення поняття виду. Перше, *морфологічне визначення виду*: вид являє собою сукупність особин, яка по тим чи іншим морфологічним, фізіологічним або біохімічним характеристиками відрізняється від інших груп. Зараз для розрізнення видів, які зовні практично ідентичні (наприклад, бактерії), все частіше використовують відмінності в послідовності ДНК і інші молекулярні маркери. Друге визначення, *біологічне визначення виду* – це сукупність особин, між якими відбувається вільне схрещування, але при цьому відсутнє схрещування з особинами інших груп.

Морфологічне визначення виду зазвичай використовується в таксономії, тобто біологами-систематиками, які спеціалізуються на ідентифікації нових видів та класифікації видів. Біологічне визначення виду зазвичай застосовується в еволюційній біології, оскільки воно ґрунтується більше на вимірюваних генетичних взаємовідносинах, ніж на певних суб'єктивно виділених фізичних рисах. Однак на практиці використовувати біологічне визначення виду досить важко, оскільки це вимагає знань про здатність особин схрещуватися між собою, а це, як правило, важкодоступна інформація.

На сьогоднішній день описано близько 1,5 млн. видів, тоді як, за оцінками фахівців, на планеті сьогодні мешкає від 5 до 100 млн. видів. Консервативніші дослідники вважають, що їх 12,5 млн. (табл.1).

Видове біорізноманіття (за Кобеньок та ін., 2008)

Таксономічні групи організмів	Кількість видів, тис.	
	описані	оцінка загальної кількості
Віруси	4	400
Бактерії	4	1000
Гриби	72	1500
Найпростіші	40	200
Водорості	40	400
Рослини	270	320
Нематоди	25	400
Ракоподібні	40	150
Павукоподібні	75	750
Комахи	950	8000
Молюски	70	200
Хребетні	45	50
Інші	115	250

Вчені постійно описують і називають нові види тварин, рослин і мікроорганізмів. Точне число видів, що живуть на планеті, не може привести ніхто, але відомо, що число видів тварин значно перевершує число видів рослин, грибів і бактерій. Відомо також, що серед тварин по числу зареєстрованих видів переважають комахи. Їх різноманіття таке, що по загальному числу видів вони перевершують не тільки всіх інших тварин, але також рослини і мікроорганізми разом узяті. У царстві рослин найбільшу кількість займають покритонасінні (рис. 2).

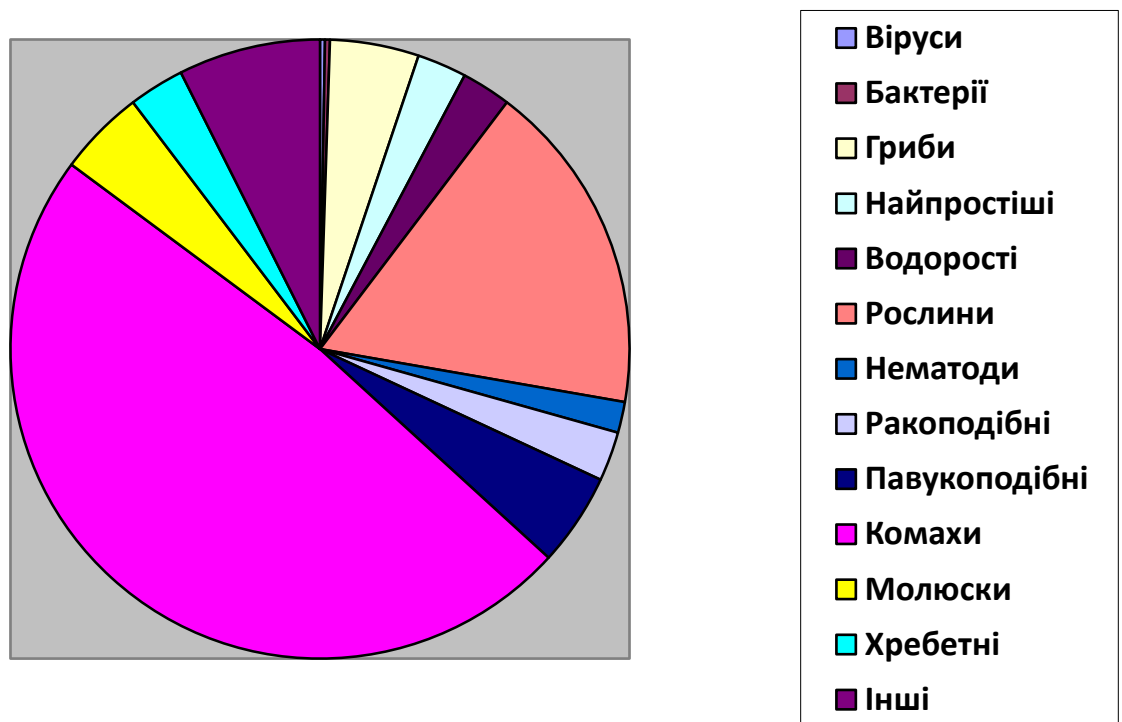


Рис. 2 Розрахункова чисельність видів (за Кобеньок та ін., 2008)

Різноманіття біологічних видів – необхідна умова стійкості циклів синтезу, трансформації і деструкції органічної речовини біосфери. В природних екосистемах з високою точністю біота підтримує баланс між продукцією і деструкцією органіки. Найважливішу роль біота відіграє в руйнуванні гірських порід і ґрунтоутворенні. Крім того, біота здійснює ефективне управління гідрологічним режимом, складом ґрунту, атмосфери, води. Встановлено, що біота зберігає повною мірою цю здатність, так як людство використовує не більше 1% чистої первинної продукції біоти. Інша частина продукції повинна йти на підтримку життєдіяльності видів, які стабілізують природне середовище (Горшков В.Г., 1980, 1995).

В ХХ столітті людство направило в антропогенний канал потік біосферної енергії. На початку ХХ століття людство споживало приблизно 1% чистої біосферної продукції, в кінці того ж століття ця цифра збільшилася в 10 разів. В результаті діяльності людини порушуються біогеохімічні цикли: порушуються фітоценози і зменшується їх продуктивність; збільшується частка гетеротрофної ланки в екосистемах, частина біомаси рослин

вилучається з кругообігу на користь людини. Крім того, накопичується величезна кількість відходів, деградація яких природними редуцентами неможлива. Катастрофічно наростають процеси деградації природного середовища. У 1900 році природні екосистеми були зруйновані на 20% суші, зараз – на 63%. Руйнуються також морські екосистеми, починаючи, насамперед, з внутрішніх морів. Багато видів живих організмів зникають з лиця Землі. Переліки рідкісних і зникаючих біологічних видів («червоні книги») містять тисячі найменувань.

ЕКОЛОГІЧНЕ (ЕКОСИСТЕМНЕ) БІОРІЗНОМАНІТТЯ

На планеті спостерігається величезний розмах біорізноманіття наземних і водних екосистем: від крижаних полярних пустель до лісів і від коралових рифів до відкритого океану. Все різноманіття екосистем можна класифікувати або за функціональними, або за структурними ознаками (Одум, 1986).

Різноманіття екосистем стосується різних середовищ існування, біотичних співтовариств і екологічних процесів в біосфері, а також величезного різноманіття середовищ існування і процесів в рамках екосистеми.

Кількісні показники біорізноманіття в екосистемах сильно варіюють залежно від впливу різних факторів. Слід звернути увагу на те, що в біоценоз входять не тільки види, постійно мешкають в екосистемі, а й види, які проводять в ній тільки частину свого життєвого циклу (наприклад, личинки комарів, бабок).

Видовий склад і в цілому різноманіття біоценозу може бути описане тільки в певний момент часу, так як видове багатство змінюється в результаті процесів імміграції та елімінації видів, що безперервно відбуваються в біоценозі.

В кожен момент часу біоценоз має певне видове багатство.

Однією із складових частин природного середовища є рельєф земної поверхні, існуючий в своїй безперервній мінливості на кордоні трьох природних оболонок, або сфер нашої планети – земної кори, або літосфери, атмосфери і гідросфери. Земна поверхня з її рельєфом – мальовничими або суворими горами, обширними рівнинами, за якими плавно звиваються річки, барханами і піщаними грядами пустель, високогірними льодовиками – являє собою арену життя, одну з найголовніших складових біосфери.

Чим різноманітніші умови навколишнього середовища в даному регіоні, чим більше часу в розпорядженні організмів для еволюційних перетворень, тим різноманітніше тут їх видовий склад. Рельєф і геологічна будова можуть створити різноманіття умов у межах областей з однорідним кліматом. В

горбистій місцевості її нахил і експонування визначають температуру і вміст вологи в ґрунті. На крутих схилах ґрунт добре дронується, що нерідко призводить до нестачі вологи для рослин, хоча в довколишніх низинних місцях ґрунт насичений вологою. В аридних областях, в заплавах та по руслах річок часто можна спостерігати добре розвинені лісові співтовариства, що різко контрастують з навколишньою пустельною рослинністю. На теплих і сухих схилах пагорба, повернених на південь, ростуть інші деревні породи, ніж на холодних і вологих північних пагорбах. Горбистий рельєф часто асоціюється з красою ландшафту, а це означає, що тут знаходяться по сусідству багаті і різноманітні співтовариства.

Будь-який ландшафт на земній кулі зазнає змін під дією кліматичних умов. Величезний вплив на них також від рослинного світу. Ландшафти у всьому їх різноманітті формувалися протягом багатьох тисячоліть, а також в результаті діяльності людини. Вони безперервно змінюються завдяки постійним пошукам ефективних форм землекористання і видобутку корисних копалин. Людина будує міста і прокладає дороги. Таким чином, ландшафти складаються з ряду природних і культурних елементів. Вони втілюють в собі колективну пам'ять природи і тих, хто її населяє, утворюючи складний елемент навколишнього середовища.

Культурні ландшафти характеризуються своєрідними антропогенними біоценозами.

Проблема вивчення структури і функціонування антропогенних біоценозів становить велику цікавість в науковому відношенні. Справа в тому, що антропогенні біоценози, що формуються і розвиваються під комплексним впливом природних і соціально-економічних факторів, мають свої характерні особливості; специфічні закони їх розвитку ще досить слабо вивчені. Можна згадати такі риси, що властиві антропогенним біоценозам, як олігодомінантність (різке переважання одного або декількох видів в рослинному і тваринному різноманітті), нестійкість системи, що виражається в різких змінах чисельності біомаси і продукції не тільки по сезонах, але і по

роках, підвищена вразливість структури, зважаючи на відносну простоту і однозначність зв'язків між компонентами біоценозу. Останнє пояснюється історично малим віком антропогенних біоценозів, будова яких зазвичай не досягає такого ступеня складності і збалансування, яка спостерігається в природних біоценозах. Тому різкі зміни умов і впливу на антропогенний біоценоз в той час ведуть до радикальних порушень його структури або до повного його руйнування. Знання закономірностей будови і життя антропогенних біоценозів дозволить регулювати і направляти розвиток географічного середовища, все більше залучаючи до сфери діяльності людини.

КЛАСИФІКАЦІЇ БІОРІЗНОМАНІТТЯ

Інвентаризаційне та диференційоване біорізноманіття

У 1960 році Р. Уїттекер запропонував поняття α -, β -, γ -біорізноманіття для того, щоб не плутати біорізноманіття всередині одного місцеперебування або регіону з різноманітністю ландшафту або регіону, який містить декілька місць існування.

α -біорізноманіття – різноманіття всередині місцеперебування або одного співтовариства.

β -біорізноманіття – різноманіття між середовищами існування.

γ -біорізноманіття – різноманіття в обширних регіонах біома, континенту, островів та інше.

У 1979 році. Крюгер і Тейлор додали до цієї класифікації ще Δ -біорізноманіття.

Δ -біорізноманіття – різноманіття, яке визначається змінами кліматичних факторів, що виражається в зміні рослинних зон, провінцій та ін.

Р. Уїттекер (1977), крім того, розрізняв дві форми різноманіття: інвентаризаційне (оцінка різноманіття екосистем різного масштабу як єдиного цілого) і диференційне (оцінка різноманіття між екосистемами) (табл. 2).

Диференційне різноманіття характеризує ступінь схожості або відмінності місць існування, або вибірок з точки зору їх видового складу і великої кількості видів уздовж градієнта середовища. Чотири рівні інвентаризаційного різноманіття (альфа, бета, гамма, епсилон) відповідають трьом рівням диференційного (внутрішнє бета-різноманіття або мозаїчне різноманіття – зміна між частинами мозаїчного співтовариства; бета-різноманіття місць існування вздовж градієнта середовища; дельта-різноманіття – географічна диференція вздовж кліматичних градієнтів).

Дельта-різноманіття визначається як змінами видового складу так і великою кількістю гамма-різноманіття між територіями; воно являє собою

диференційне різноманіття великих біогеографічних регіонів в межах області епсилон-різноманіття. Мозаїчне різноманіття визначається як диференційна відмінність між вибірками в межах однорідного місцеперебування.

Таблиця 2

Форми і типи біорізноманіття (за Р. Уіттекер, 1960, 1977)

Інвентаризаційне різноманіття	Диференційне різноманіття
Точкове альфа-різноманіття – різноманіття в межах пробної площі або місцеперебування в межах спільноти	Внутрішнє бета-різноманіття (мозаїчне різноманіття, зміна між частинами мозаїчної спільноти)
Альфа-різноманіття (внутрішнє різноманіття місцеперебування для опису, що представляє гомогенне співтовариство)	Бета-різноманіття (різноманіття між різними спільнотами вздовж градієнта середовища)
Гамма-різноманіття (для ландшафту або серії проб, що включає більше ніж один тип спільноти, конкретну флору або фауну)	Дельта-різноманіття (географічна диференціація, зміна спільноти вздовж кліматичних градієнтів або між географічними регіонами)
Епсилон-різноманіття (для біома, географічного регіону, що включає різні ландшафти)	Омега-різноманіття (різноманіття біомів в рамках епсилон різноманіття)

Омега-біорізноманіття – це різноманіття біомів на території епсилон-простору. Для його аналізу використовуються географічні карти різного масштабу і методологія їх вивчення за допомогою геоінформаційних систем.

Таксономічне і типологічне біорізноманіття

Б.А. Юрцев (1994) визначає біорізноманіття як різноманіття організмів та їх природних поєднань, хоча воно простежується також на більш низьких

рівнях організації живого (молекулярному, субклітинному, клітинному і тканинному рівнях, рівні органів та ін.). При цьому він розглядає організми в якості найменших одиниць біорізноманіття, що володіють автономністю, здатністю до життєзабезпечення та адаптації і є носіями інших форм біорізноманіття.

Різноманіття організмів можна розділити на таксономічне, або філетичне (угруповання по спорідненості), і типологічне, або нефілетичне (угруповання по тим чи іншим категоріям ознак, що не приводять до спорідненості, наприклад структурним, функціональним, структурно-функціональним, географічним, екологічним, синекологічним та ін.) Коло ознак, що враховуються в аналізі типологічного різноманіття, може бути необмежено широким і залежить від завдань дослідження. Прикладом можуть служити життєві форми, стратегії життя, цено типи, типи метаболізму, сукцесійний статус видів (тобто місце в сукцесійних рядах або системах).

Таксономічне різноманіття далі підрозділяється на ієрархічні рівні з серією підрівнів: видовий, популяційно-генетичний (підрівні – популяції різного рангу, підвиди), генотиповий (фенотиповий), генів і їх алелів. Можна виділяти рівні надвидових таксонів (рід, родина... царство).

Оцінки таксономічного і типологічного різноманіття доповнюють один одного. Опис таксономічного різноманіття (біоти деякої території), зазвичай репрезентований довгими систематичними списками, як правило, доповнюється характеристикою кожного таксона по комплексу типологічних ознак. Взаємозв'язок таксономічного і типологічного різноманіття лягає в основу організації баз і банків типологічної інформації про організми. Однак інформація по будь-якому типу різноманіття надходить через види як фундаментальні одиниці біорізноманіття.

Біохорологічне різноманіття

Біохорологічне різноманіття тобто різноманіття поєднань організмів тих чи інших територіальних угруповань, частин біосфери (Юрцев, 1994).

Різноманіття природних територіальних об'єднань організмів, в свою чергу, підрозділяється за територіальними рівнями.

Досвід геоботаніки і флористики говорить про те, що з розширенням площі, на якій враховується видове різноманіття, наступають фази відносної стабілізації складу видів рослин, коли приріст числа видів різко сповільнюється і навіть тимчасово припиняється. Це відбувається, коли вичерпується видове різноманіття спільноти в рамках однорідно протяжного екотопа і далі, коли склад всіх екотопів протягом даного ландшафту виявлено досить повно. Очевидно, що різноманіття спільнот відображає не тільки різноманіття місць розташування (тобто елементів рельєфу з певним складом ґрунтоутворюючої породи), але і різноманіття сукцесійних стадій на кожному місцеперебуванні. В рамках протяжного ландшафту при єдиному макрокліматі вичерпується різноманіття розташування й підтримується сталість сукцесійних процесів, що призводить до сталості набору та складу співтовариств, а отже, і до сталості складу даної елементарної, або конкретної флори.

Як два нижні опорні рівні оцінки біохорологічного різноманіття Б. Н. Юрцев виділяє рівень спільноти (приблизні еквіваленти в термінах близьких наукових дисциплін: екотоп, фація в ландшафтознавстві, біогеоценоз) і потім рівень елементарної регіональної біоти. Між опорними рівнями є ряд проміжних ступенів. Вище – ієрархія відділів біогеографічного районування (округ, провінція, область), контури яких у різних системах біогеографічного поділу Землі можуть істотно не збігатися, в залежності від критеріїв районування.

Залежно від рівня біохорологічних одиниць може суттєво змінюватися і таксономічний рівень одиниць, за якими оцінюється біорізноманіття. Як найбільш універсальною, обов'язковою одиницею (для всіх рівнів) виступає вид.

Структурне біорізноманіття

Структурне різноманіття є наслідком зональності, стратифікації, періодичності, плямистості, наявності харчових мереж та інших способів ранжування компонентів мікромісцезнаходжень. Різні способи розподілу одночасно представлених в співтоваристві організмів характеризують їх структурне різноманіття:

- стратифіковані принципи (вертикальна шаруватість, ярусність рослинного покриву, структура ґрунтових профілів);
- зональність (горизонтальна роз'єднаність, вертикальна поясність в горах або літоральній зоні);
- характер активності (періодичність);
- структура харчової мережі;
- репродуктивні системи (асоціації батьків і потомства, клони рослин та інше.);
- соціальні структури (стада і табуни);
- системи взаємодії (виникають в результаті конкуренції, антибіозу, мутуалізму та ін.);
- стохастичні структури (виникають в результаті дії випадкових сил).

ЗАГРОЗИ ДЛЯ БІОЛОГІЧНОГО РІЗНОМАНІТТЯ

Здорове навколишнє середовище становить величезну економічну, естетичну та етичну цінність. Підтримання здоров'я навколишнього середовища означає збереження в хорошому стані всіх його складових: екосистем, спільнот, видів і генетичного різноманіття. Початкові невеликі порушення в кожному з цих компонентів можуть в кінцевому підсумку призвести до його повного руйнування. При цьому спільноти деградують і скорочуються просторово, втрачають своє значення в екосистемі і в кінцевому підсумку остаточно руйнуються, але поки всі вихідні для спільноти види зберігаються, вона ще може відновитися. При зменшенні чисельності виду скорочується внутрішньовидова мінливість, що може спричинити за собою такі генетичні зміни, від яких вид вже не зможе оговтатися. Потенційно після своєчасних успішних рятувальних заходів вид може відновити свою генетичну мінливість шляхом мутацій, природного відбору і рекомбінації. Але у вимираючого виду унікальність міститься в його ДНК, генетичній інформації і комбінації ознак, якими він володіє, втрачаються назавжди.

Темпи зникнення видів

Термін «зникаючий» або «вимираючий» має багато нюансів і його значення може варіювати в залежності від контексту. Вид вважається повністю зниклим (вимерлим), коли ніде в світі не залишилося жодної живої особини цього виду. Якщо залишаються живими тільки окремі особини в неволі або вони так чи інакше збереглися тільки під прямим контролем людини, то кажуть, що вид зник в природних екосистемах, наприклад Дерево Франкліна зникло в природі, але добре росте в розсадниках. В обох випадках вид вважається повсюдно зниклим. Вид вважається локально зниклим, якщо його більше не виявляють на всій площі вихідного ареалу, але ще виявляють в деяких точках. Крім того визначають екологічно зниклі види, в тому випадку,

якщо вид залишився при такій малій чисельності, що його вплив на інші види в співтоваристві зовсім малий.

Найістотніше питання для біології збереження природи – це як довго зможе даний вид протриматися до повного зникнення, слідом за крайнім скороченням чисельності, деградацією або фрагментацією його місцеперебування? Коли чисельність популяції знижується до певного критичного рівня, ймовірність його зникнення стає дуже високою. В деяких популяціях окремі особини, що залишилися можуть прожити роки або десятиліття і навіть розмножуватися, але все одно їх подальша доля – зникнення, якщо тільки не будуть вжиті рішучі заходи по їх збереженню. Зокрема, серед деревної рослинності останні ізольовані нерепродуктивні екземпляри виду можуть проіснувати сотні років. Такі види називають потенційно зниклими: навіть якщо формально вид ще не вимер, але популяція більш не здатна розмножуватися, і майбутнє виду обмежене часом життя (Janzen, 1986).

В геологічній історії Землі в біосфері постійно відбувалося виникнення і зникнення видів – всі види мають кінцевий час існування. Вимирання компенсувалося появою нових видів, і в результаті, загальне число видів в біосфері зростало. Вимирання видів – природний процес еволюції, який відбувається без втручання людини.

Число видів, складових нинішнього органічного світу, представляють лише мізерну частку загального числа видів, які існували на нашій планеті від найдавніших часів до нашої епохи. Остаточо вимерло незрівнянно більше 99% всіх видів, які виникали на землі.

Вимирання видів це поступово-закономірний або раптово виникаючий еволюційний процес, що характеризується уповільненим розмноженням і підвищеною смертністю. Він призводить до скорочення чисельності, а потім і до повного зникнення особин будь-якої систематичної групи тварин, в тому числі людини, а також зникнення будь-якого таксона від виду і вище, в результаті опосередкованого впливу людини та її господарської діяльності, в

тому числі знищення місць проживання. В еволюційному сенсі вимерлою вважається група, що зникла і не залишила після себе будь-яких (навіть змінених) нащадків.

Досліджено, що не всі види мають однакову ймовірність вимирання; певні категорії видів особливо йому піддані і потребують ретельної охорони та контролю:

Види з вузькими ареалами. Деякі види зустрічаються тільки в одній або декількох географічно обмежених областях, і якщо весь ареал піддається людській діяльності, ці види можуть зникнути. Численними прикладами тому є вимерлі види птахів, що мешкали на океанічних островах. Зникли також і багато видів риб, що мешкали в єдиному озері або в басейні однієї річки;

Види, утворені однією або декількома популяціями. Будь-яка популяція видів може стати локально зниклою в результаті землетрусів, пожеж, спалахів захворювань і людської діяльності. Тому види з великими популяціями менш схильні до глобального вимирання, ніж види, які представлені тільки однією або декількома популяціями;

Види з невеликим розміром популяції, або «парадигма малої популяції». В малих популяціях більша ймовірність зникнути, ніж у великих, з причини їх більшої схильності до демографічних і природних змін, а також втрати генетичного різноманіття. Види, для яких характерні невеликі розміри популяцій і вкрай спеціалізовані види вимруть з більшою ймовірністю, ніж ті види, для яких характерні великі популяції;

Види, у яких розмір популяції поступово зменшується, так звана «парадигма зменшення популяції». В нормальних випадках популяції володіють тенденцією до самовідновлення, тому популяція, демонструючи стійкі ознаки зменшення, найімовірніше, зникне, якщо причина скорочення не буде виявлена та усунена;

Види з низькою щільністю популяцій. Види із загальною низькою щільністю популяцій в разі, якщо цілісність їх ареалу була порушена діяльністю людини, в кожному фрагменті будуть представлені низькою

численністю. Розмір популяції всередині кожного фрагмента може виявитися занадто маленьким для того, щоб вид міг вижити. Він починає зникати в межах всього свого ареалу;

Види, яким необхідні великі ареали. Види, у яких окремі особини або соціальні групи добувають корм на великих територіях, схильні до вимирання, якщо частина їх ареалу зруйнована або фрагментована людською діяльністю;

Види великих розмірів. Порівняно з дрібними тваринами, тварини великих розмірів зазвичай мають більш обширні індивідуальні території. Їм потрібно більше корму, вони частіше стають предметом полювання людини. Великих хижаків часто винищують, бо вони конкурують з людиною за дичину, іноді нападають на домашніх тварин і людей, до того ж вони є об'єктом спортивного полювання. У кожній гільдії видів найбільші види – найбільше схильні до вимирання;



Рис. 3 Тигр амурський (Panthera tigris altaica), вид, який цілеспрямовано знищувався людиною

Види, нездатні до розселення. При натуральному ході природних процесів, зміни навколишнього середовища змушують види фізіологічно адаптуватися до нових умов, або адаптуватися, змінюючи свою поведінку. Види, що нездатні адаптуватися до змін середовища, повинні або мігрувати в більш прийнятні місцеперебування, або опиняються перед загрозою вимирання. Швидкі темпи викликаних людиною змін часто випереджають адаптацію, залишаючи міграцію як єдину альтернативу. Види, які нездатні перетнути дороги, поля та інші змінені людиною місця проживання, приречені на вимирання, оскільки їх «рідні» місця перебування перетворені в результаті забруднення, інвазії нових видів або через глобальної зміни клімату. Низька здатність до розселення пояснює, чому серед водних безхребетних Північної Америки зникло або знаходиться під загрозою вимирання 68% видів молюсків, на відміну від видів бабок, які можуть відкладати яйця, перелітаючи з однієї водойми на іншу, тому для них цей показник становить 20%;

Види – сезонні мігранти. Сезонномігруючі види пов'язані з двома або більше, віддаленими одне від одного, місцями проживання. Якщо одне з місць існування порушено, види не можуть існувати. Виживання і розмноження мільярдів співочих птахів 120 видів, щороку мігруючих між Канадою та Південною Америкою, залежить від наявності підходящих місць існування на обох територіях. Дороги, огорожі або дамби створюють бар'єри між необхідними місцями проживання, які деяким видам потрібні для проходження всього життєвого циклу;

Види з низьким генетичним різноманіттям. Внутрішньопопуляційне генетичне різноманіття іноді дозволяє видам успішно адаптуватися в мінливому середовищі. При появі нової хвороби, нового хижака або інших змін, види з низьким генетичним різноманіттям можуть зникнути з більшою ймовірністю;

Види з вузькоспеціалізованими вимогами до екологічної ніші. Деякі види пристосовані лише до незвичайних типів рідкісних, розсіяних місць існування. Якщо місце існування порушене людиною, вірогідність виживання

такого виду катастрофічно низька. Види з вузькоспеціалізованими вимогами до їжі теж схильні до особливому ризику. Яскравий тому приклад – види кліщів, які харчуються тільки на пір'ї певного виду птахів. Якщо вид птахів зникає, відповідно зникає і вид пір'яного кліща;

Види, що мешкають в сталих середовищах. Багато видів адаптовані до середовищ, параметри яких змінюються дуже слабо. Часто такі види повільно ростуть, малорепродуктивні, дають потомство лише кілька разів у житті. Коли відбувається швидка зміна місць існування цих видів людиною, то виявляються нездатними вижити в нових умовах, що виникають: змінах мікроклімату (збільшення освітленості, зменшення вологості, коливання температур), при появі конкуренції з сукцесійними та інвазійними видами.

Види, що утворюють постійні або тимчасові агрегації. Дуже схильні до місцевого вимирання види, які утворюють скупчення в певних місцях. Наприклад, кажани ночами харчуються на великій території, але вдень зазвичай проводять в певній печері. Стада бізонів, зграї мандрівних голубів і косяки риб – це агрегації, які активно використовувалися людиною, аж до повного виснаження виду або навіть вимирання, як це сталося зі мандрівним голубом. Деякі види соціальних тварин не можуть існувати, коли чисельність їхньої популяції знижується нижче певного рівня, оскільки вони більше не можуть добувати корм, спаровуватися і захищатися (рис. 4).



Рис. 4 Бізон (Bison bison), зникаючий вид внаслідок неконтрольованого винищення людиною

Види, на які полює або збирає людина. Передумовою до вимирання видів завжди була їх утилітарність. Надмірна експлуатація може швидко скоротити розмір популяції видів, що представляють економічну цінність для людини. Якщо полювання або збір не регулюються законодавчо, або місцевими традиціями, види можуть зникнути.

Абіотичні і біотичні чинники, що призводять до вимирання видів взаємопов'язані. Щільність популяцій, форми боротьби за існування, ступінь гостроти конкуренції між популяціями, і безпосередній хід вимирання популяції тим чи іншим чином залежать від загальної географічної обстановки.

Основні загрози біорізноманіттю, спричинені антропогенною діяльністю

Основні загрози біологічного різноманіття, що впливають з діяльності людини, полягають у: руйнуванні місцезростань, фрагментації місцезростань,

деградації місцезростань (включаючи забруднення), глобальних змінах клімату, надмірній експлуатації видів людиною, вторгненні екзотичних видів, зростаючому поширенні хвороб.

Руйнування місцезростань. Головна загроза біологічному різноманіттю полягає в порушенні місцезростань, і тому для збереження біологічного різноманіття найважливіше – це їх захист. Втрата місць існування пов'язана як з прямим їх руйнуванням, так і з ушкодженнями у вигляді забруднення і фрагментації. Для більшості рослин і тварин, що стоять на порозі вимирання саме втрата середовища існування є першорядною загрозою. До інших важливих факторів належать негативний вплив інтродукованих видів і надмірна експлуатація.

Багато дуже цінних диких видів втратили більшу частину свого первинного ареалу, і лише деякі з решти місць проживання знаходяться під охороною.

Тяжке становище вологих тропічних лісів, напевно, найбільш широко відомий випадок руйнування місць існування, проте інші місцезростання теж знаходяться у смертельній небезпеці. До них належать:

Болотисті території та водні місцезростання. Обводнені території є місцями проживання для риб, водних безхребетних і птахів. Вони регулюють рівень паводку, служать джерелами питної води та енергії. Болотисті землі часто засипають, дренають або трансформують обмеженням мандрування потоку штучними каналами, греблями або за допомогою хімічного забруднення;

Прерії помірного поясу. Інший тип екосистем, майже повністю знищених діяльністю людини. Досить просто перетворити великі території степів в орні або пасовищні угіддя;

Коралові рифи. Тропічні коралові рифи займають тільки 0,2 % океанічної площі, але тут мешкає одна третина всіх відомих видів океанічних риб. Вже зараз 10 % всіх коралових рифів зруйновано, і ще до 50 % може бути зруйноване в найближчі десятиліття;

Опустелювання. Багато біологічних угруповань, характерних для областей з сезонно посушливим кліматом, в результаті діяльності людини деградували до стану штучних пустель – процес, відомий як опустелювання (рис. 5). До таких угруповань відносяться тропічні і чагарникові савани, листопадні ліси, а в умовах помірною клімату – чагарникові і трав'янисті угруповання в Середземномор'ї, Південній Африці, Чилі. Ці області спочатку були придатні для ведення сільського господарства, але їх інтенсивна культивування призвела до ерозії ґрунту та втрати останньої водоутримуючої здатності. Чагарникова і деревна рослинність тут вирубувалася, а земля витоптувалась великою рогатою худобою, вівцями і козами. У результаті відбувається прогресуюча і в значній мірі необоротна деградація ґрунтового покриву, яка доводить його до такого стану, що регіон приймає вигляд пустелі;



Рис. 5 Олешківські піски (Україна, Херсонська область) – яскравий приклад опустелювання території в наслідок господарської діяльності людини

Фрагментація місцезростань. Крім повного руйнування, місцеперебування, які раніше займали великі площі, часто подрібнюються на

маленькі шматочки дорогами, полями, містами та іншими спорудами. Фрагментація місць проживання – це процес, при якому суцільна площа місцеперебування одночасно скорочується і розпадається на два або більше фрагментів. Ці фрагменти часто відокремлені один від іншого зміненими або деградованими формами ландшафту. Фрагментація відбувається практично при всякому великому скороченні площі місць існування, але це може статися і при відносно незначному скороченні, наприклад, коли вихідне місцепроживання прорізається автомобільними і залізничними дорогами, каналами, лініями електропередач, огорожами, нафтопроводами, слідами пожеж та іншими бар'єрами, що перешкоджають вільному пересуванню видів.

Фрагментація місць проживання, крім того, може прискорювати зникнення популяцій, оскільки в результаті широко поширена популяція розпадається на дві або більше ізольованих субпопуляцій. Ці маленькі популяції потрапляють під дію характерних для них процесів інбридингу і дрейфу генів. Якщо на великій площі місцеперебування може нормально жити одна цілісна велика популяція, то часто жоден з її фрагментів не може підтримувати субпопуляцію досить велику для тривалого стійкого існування.

Фрагментація місць проживання робить, крім усього іншого, неминучим контакт диких тварин і рослин з домашніми. У результаті хвороби домашніх тварин швидко поширюються серед диких видів, позбавлених відповідного імунітету. Слід мати на увазі, що такий контакт забезпечує і передачу захворювань від диких видів рослин і тварин до домашніх, і навіть до людини.

Незважаючи на те, що місцепроживання не зазнало явного руйнування або фрагментації, угруповання що населяють його можуть бути глибоко зачеплені діяльністю людини. Зовнішні фактори, які не змінюють домінуючу рослинну структуру угруповання, можуть проте привести до порушень в біологічних угрупованнях і в кінцевому підсумку до зникнення видів, хоча ці порушення помітні не відразу;

Забруднення місць існування. Забруднення навколишнього середовища є найбільш універсальною і підступною формою його руйнування. Найчастіше

його викликають пестициди, добрива та хімікати, промислові та міські стічні води, газові викиди заводів і автомобілів, і відкладення, намиті з височин. Візуально ці типи забруднення часто бувають не дуже помітні, хоча вони і відбуваються навколо нас кожен день майже в будь-якій частині світу. Глобальний вплив забруднення на якість води, якість повітря і навіть клімат на планеті перебуває в центрі уваги не тільки через загрозу біологічному різноманіттю, але і через вплив на здоров'я людини. Хоча іноді забруднення навколишнього середовища є дуже помітним і лякає, наприклад у випадку з масовими розливами нафти. Найбільш загрозованими є приховані форми забруднення, головним чином тому, що їх дія проявляється не відразу.

Забруднення води має негативні наслідки для популяцій людини: зникають харчові продукти – риба, молюски, отруєється питна вода. У більш широкому сенсі забруднення води серйозно порушує водні угруповання.

На відміну від забруднення наземного середовища, в якій відходи зберігаються відносно локально, у водних середовищах токсичні речовини розносяться течіями по великих територій. Так, навіть дуже малі концентрації токсичних речовин можуть накопичуватися в водних організмах до летальної концентрації, так як, харчуючись, вони профільтровують великі об'єми води. Птахи і ссавці, що поїдають цих тварин, піддаються таким чином концентрованому впливу токсикантів.

Навіть мінеральні елементи, необхідні для рослин і тварин, у високих концентраціях можуть стати шкідливими поліюгантами. Стічні води, добрива для полів і газонів, детергенти та промислові викиди поставляють у водні системи таку велику кількість сполук азоту та фосфору, що викликають процес, який називають евтрофікацією. Невеликі кількості цих речовин стимулюють ріст рослин і тварин, а їх високі концентрації часто призводять до рясного «цвітіння» водоростей (рис. 6). Ці скупчення водоростей можуть бути настільки щільними, що витісняють інші види планктону і перешкоджають доступу світла до прикріплених до дна видів рослин. У міру того як килим з водоростей стає товщим, його нижні частини опускаються на

дно і відмирають. Бактерії і гриби, які розкладають відмерлі водорості, у відповідь на їх додатковий приплив активно розмножуються і, відповідно, поглинають весь кисень у воді. Через нестачу кисню більшість тварин починає гинути, іноді це видно по масі мертвої риби, плаваючої на поверхні. В результаті чого формуються бідні прості угруповання, утворені тільки видами, стійкими до забруднення води і до низького вмісту кисню. Процесу евтрофікації піддаються і великі морські системи, особливо їх прибережні території і відносно замкнуті акваторії, такі як Мексиканська затока, Північне та Балтійське моря в Європі, і моря, що оточують Японію.



Рис. 6 Евтрофікація водойм (Київське море (р. Дніпро), фото авторів, 2017 р.)

Кислотні дощі знижують рН ґрунтових вод та водойм – ставків і озер. Кислоти самі по собі завдають шкоди багатьом видам рослин і тварин. У міру збільшення кислотності водойм багато риб перестають нереститися або повністю гинуть. У промислових областях через кислотні дощі багато ставків і озер втратили значну частину своїх угруповань тварин.

Автомобілі, електростанції та різні промислові об'єкти у вигляді відходів викидають вуглеводні і оксиди азоту. Під впливом сонячного світла

ці сполуки реагують в атмосфері з утворенням озону та інших вторинних з'єднань під загальною назвою фотохімічний смог. Хоча озон у верхніх шарах атмосфери необхідний для затримки шкідливого ультрафіолетового випромінювання, його високі концентрації в нижніх шарах ушкоджують рослинні тканини, завдають шкоди біологічним угрупованням і зменшують продуктивність сільськогосподарських рослин.

Високооктанове паливо, розробка рудників, металургія та інші види промислового виробництва супроводжуються викидом в атмосферу великих кількостей свинцю, цинку та інших токсичних металів. Їх сполуки отруйні для рослинних і тваринних організмів. Вплив цих токсичних металів особливо помітно навколо великих металургійних підприємств, де природа зруйнована на багато кілометрів навколо;

Зміна клімату. Діоксид вуглецю (вуглекислий газ), метан та інші гази в атмосфері прозорі для сонячного світла, вони пропускають світлову енергію через атмосферу нагріваючи поверхню Землі. Однак ці гази разом з парами води (видимі в формі хмар) поглинають енергію, що випромінюється з поверхні Землі у вигляді тепла, уповільнюючи швидкість, з якою тепло залишає Землю і повертається назад у космос. Ці гази називаються парниковими, тому що вони діють подібно склу в теплиці, яке пропускає сонячне світло, але затримує енергію всередині парника, після того як вона перетворилася в тепло. Чим більше концентрація цих газів, тим більше тепла затримується навколо Землі, і тим вище температура на планеті. Це явище називається парниковим ефектом.

Сучасна проблема полягає в тому, що в результаті діяльності людини концентрація парникових газів зросла до такої міри, що, на думку вчених, почала впливати на клімат Землі. Для визначення парникового ефекту, що виник в результаті діяльності людини, використовується термін «глобальне потепління».

Ймовірно, багато видів не зуміють досить швидко пристосуватися до цих глобальних антропогенних змін, які відбуваються набагато швидше, ніж всі попередні природні зміни клімату.

Для того щоб вижити, людина завжди займалася полюванням, збиранням плодів, використовувала природні ресурси. До тих пір, поки чисельність населення була невелика і його технології примітивні, людина могла стійко використовувати навколишнє середовище, полювати і збирати врожай, не доводячи потрібні види до зникнення. Однак у міру збільшення чисельності населення навантаження на навколишнє середовище посилювалося. Методи вирощування урожаю стали незрівнянно більш масштабними і ефективними, і призвели до майже повного витіснення великих ссавців з багатьох біологічних угруповань, в результаті з'явилися дивно «порожні» місцеперебування. У тропічних лісах і саванах мисливські рушниці витіснили луки, дротики і стріли. У всіх океанах світу для лову риби використовуються потужні рибальські моторні судна і рибопереробні «плавбази».

Експлуатація природних ресурсів. У традиційних суспільствах часто вводяться обмеження на надмірну експлуатацію природних ресурсів: строго контролюються права на використання сільськогосподарських земель; заборонено полювання на певних територіях; існують заборони на знищення самок, молодняку і тварин з низькою чисельністю, не дозволяється збір плодів у певні сезони року й час доби або забороняються варварські методи збору. Ці види обмежень дозволяють традиційним суспільствам використовувати природні ресурси на довготривалій стійкій основі, як, наприклад, при введенні жорстких обмежень на вилов риби, розроблених і запропонованих рибному господарству багатьох промислово розвинених країн.

У багатьох випадках механізм надмірної експлуатації сумно відомий. Виявляється ресурс, визначається для нього ринок збуту, а потім місцеве населення мобілізується для його видобутку та продажу. Ресурс споживається настільки широко, що стає рідкісним або навіть зникає, а ринок виводить на його місце інший вид, ресурс або відкриває новий регіон для експлуатації. За

такою схемою здійснюється промисловий вилов риби, коли до виснаження послідовно виробляється один вид за іншим.

Для багатьох експлуатованих видів єдина надія отримати шанс на відновлення чисельності з'являється лише тоді, коли вони стають настільки рідкісними, що більше не являють собою комерційної цінності. На жаль, чисельність популяції багатьох видів, таких як носороги або деякі дикі кішки, вже настільки сильно скорочена, що ці тварини навряд чи зможуть відновитися. Одна з найбільш гарячих суперечок, що стосуються експлуатації диких видів, виникла навколо полювання на китів;

Інфекції та хвороби. Інфекції, викликані хвороботворними організмами, звичайні як і для диких видів, так і для видів що утримуються в неволі. Хвороби можуть бути викликані мікропаразитами: вірусами, бактеріями, грибами і найпростішими, або макропаразитами – гельмінтами або паразитичними членистоногими. Для деяких рідкісних видів такі хвороби можуть бути найсильнішою загрозою. Три основні принципи епідеміології мають очевидне практичне застосування при розведенні видів у неволі та управлінні рідкісними видами.

По-перше, і дикі, і тварини що утримуються у неволі в щільних популяціях піддаються більшому ризику зараження. На фрагментованих територіях, що охороняються популяції тварин можуть тимчасово досягати неприродно високої щільності, яка забезпечує високу швидкість передачі збудників. У нормальних природних умовах небезпека зараження зазвичай нижче, оскільки тварини менше контактують з екскрементами, слиною, скинутою шкірою та іншими джерелами зараження. У штучностворених ситуаціях тварини перебувають у більш тісному контакті з цими потенційними джерелами інфекції і ризик передачі захворювання зростає.

По-друге, схильність організму до захворювання може бути непрямим результатом руйнування місцеперебування. Коли через руйнування місця проживання популяція господаря скупчується на невеликій площі, це часто призводить до погіршення якості середовища та зменшення кількості корму,

що призводить до неповноцінного харчування, ослаблення тварин і, відповідно, до їх більшої схильності до захворювань.

По-третє, на багатьох природоохоронних територіях, в зоопарках, національних парках і в нових сільськогосподарських областях дикі тварини входять в контакт з новими видами, в тому числі з людиною і домашніми тваринами, з якими в природі вони стикаються рідко або взагалі ніколи і, відповідно, обмінюються з ними збудниками.

Процеси, причини і наслідки збіднення біорізноманіття агросфери України

Найбагатший у Європі земельний фонд України в поєднанні із сприятливими кліматичними умовами повинен забезпечувати високий рівень виробництва сільськогосподарської продукції. В той же час продуктивність агроecosystem України в 2–3 рази поступається показникам ЄС, причому ця тенденція спостерігається багато років не дивлячись на перебіг соціально-економічних формацій, структури землекористування, розвитку наукового забезпечення аграрної галузі тощо. В чому ж причина недостатньої продуктивності вітчизняних агроценозів?

Світова наукова спільнота в кінці ХХ ст. дійшла до висновку, що розвиток глобальної екологічної кризи біосфери та її складової – агросфери, обумовлено катастрофічним зменшенням біорізноманіття планети внаслідок надмірного антропогенного навантаження. Було прийнято Документ ООН «Конвенція про біорізноманіття» (КБР), яка ратифікована Україною. Розуміння важливості біологічного різноманіття і необхідності його збереження для сталого розвитку зараз стоять на передньому краї глобального екологічного порядку денного.

Еколого-економічне значення біорізноманіття формалізується наступним чином. Основною характеристикою біосфери є космічний ступінь різноманітності життя в усіх його проявах, різноманіття біоти віддзеркалює

різноманіття екологічних умов на планеті. Внаслідок взаємодії біоти з абіотичним та біокосним довкіллям простір екологічних чинників біосфери утворює мережу екологічних ніш, в яких елементарні екосистеми здійснюють безперервний кругообіг речовини, енергії та інформації. В результаті життєдіяльності біоти, кожний цикл життя біосфери поповнюється питною водою і чистим повітрям, відновлюється родючість ґрунту. Таким чином біорізноманіття підтримує екологічну стійкість екосистем, відтворює на планеті умови подальшого існування життя.

Що відбувається внаслідок антропогенної трансформації ландшафтів в процесі сільськогосподарської діяльності? Збіднення різноманіття екологічних ніш, як наслідок – збіднення біорізноманіття. В мережі екологічних ніш утворюються «дірки», де природні ресурси випадають з кругообігу речовини, енергії та інформації, що призводить до розвитку таких екологічних явищ як деградація ґрунтів, погіршення якості води тощо. Швидкість розвитку глобальної екологічної кризи невпинно збільшується.

Одним із аспектів проблеми підвищення продуктивності вітчизняних агроекосистем за умов збереження екологічної стабільності довкілля є збереження та відтворення агробіорізноманіття.

Моделювання основних чинників сучасного екологічного стану агросфери України на основі концепції КБР (рис. 7) дозволяє обґрунтувати зв'язок між збідненим агробіорізноманіттям та екологічними і соціально-економічними проблемами сільськогосподарського виробництва. Розглянемо поетапно блоки моделі та функціональні зв'язки між ними.

Розораність земельного фонду України

Перевищує екологічно обґрунтовану норму. Відомо, що для формування високопродуктивних екологічно стійких агроландшафтів показник рівня розораності земель не повинен перевищувати 40–50%. Так, наприклад, у Франції розорано 36%, ФРН – 32, Англії – 18,5, США – 20%. В Україні

сільськогосподарські угіддя займають 41 млн. га, або приблизно 70% земель, серед них – 79,3% орні землі.

Збідніле агробіорізноманіття

Екологічно не обґрунтований рівень розораності земельного фонду обумовлює катастрофічне збіднення агробіорізноманіття. Так, за даними Національної академії наук України спостерігаються кризові явища у стані дикого та асоційованого агробіорізноманіття. Визначено, що найбільший вплив на агробіорізноманіття мають: зміни у землекористуванні (37%), незадовільний екологічний менеджмент (16%), фрагментація середовища існування (7%), експлуатація природних ресурсів (9%), токсикація (7%), турбування (6%) та інше. Розрахунок індикативних показників свідчить, що індекс природного капіталу для сільського господарства у 2001 році в порівнянні із 1994 роком становив 52%.

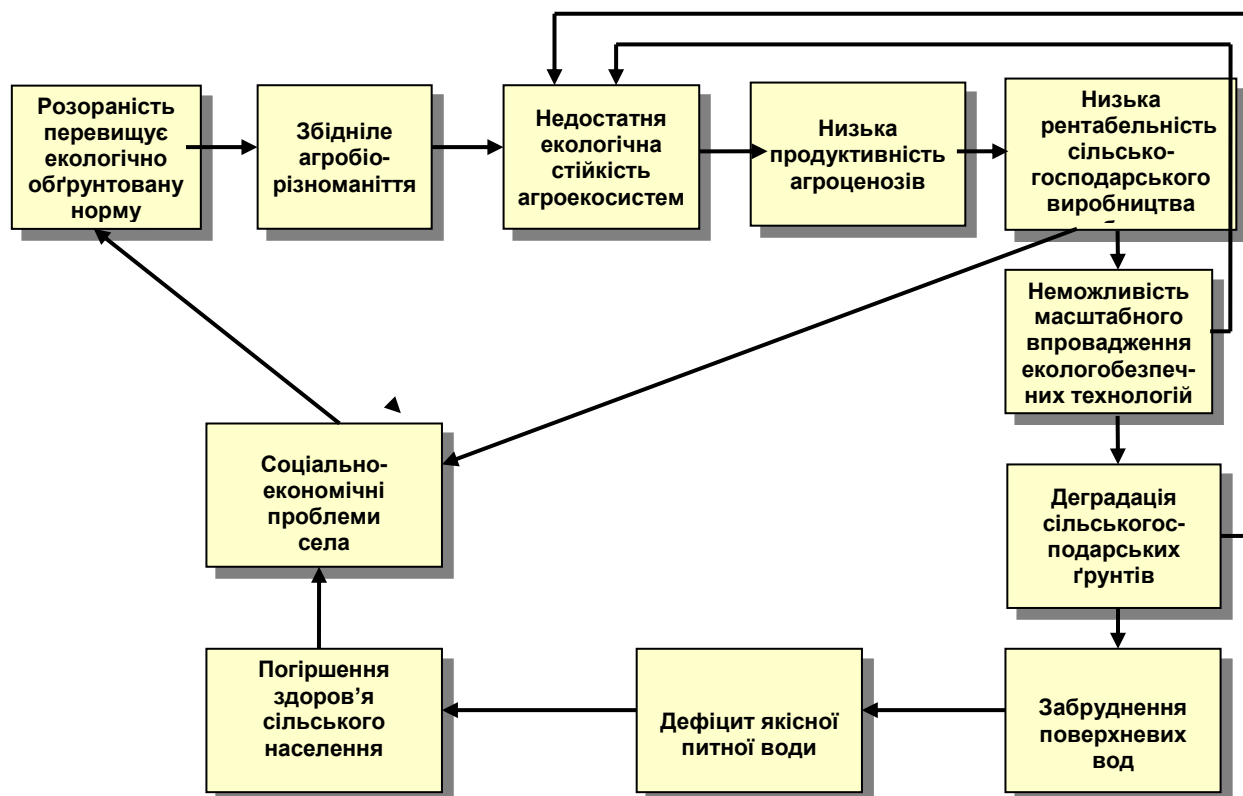


Рис. 7 Модель причин та наслідків передкризового стану агросфери України

Недостатня екологічна стійкість агроecosистем

Відомо, що висока стійкість більш різноманітних екологічних систем обумовлена тісною упаковкою екологічних ніш, механізми підтримки яких, в першу чергу – різні види конкуренції, зумовлюють взаєморегуляцію чисельності популяцій, їх доступу до ресурсів екосистеми. Недостатня екологічна стійкість агроландшафтів в наслідок збіднення агробіорізноманіття наглядно виявляється у постійному погіршенні фітосанітарного стану агроценозів, яке відбувається вже багато років навіть за умов стабілізації заходів із захисту рослин. Так, в окремі роки від шкідливих популяцій країна недобирає майже 50% урожаю основної зернової культури – пшениці озимої.

Низька продуктивність агроценозів

Недостатня екологічна стійкість агроландшафтів, напружений фітосанітарний стан обумовлює існуючий рівень продуктивності агроecosистем, який не відповідає якості земельного фонду України. Так, наприклад, за даними Європейської економічної комісії середні багаторічні показники урожайності озимої та ярої пшениці в Україні становлять 2,3 проти 5,8 т/га в ЄС, картоплі, відповідно, 11,9 проти 33,9, цукрового буряку 18,3 проти 51,2 т/га.

Низька рентабельність сільськогосподарського виробництва

Згідно оглядово-прогнозої довідки щодо розвитку Агропромислового Комплексу України (Українська академія аграрних наук, (УААН) у 2007 р. середній рівень рентабельності сільськогосподарської продукції в сільськогосподарських підприємствах України становив 25,2%, у тому числі рослинництва – 37,3 і тваринництва 5,7%, у 2008 р. – лише, відповідно, 9,2; 12,2 і 2,6%. Тенденція зростання собівартості зберігається.

Неможливість широкомасштабного впровадження екологобезпечних технологій

Рівень рентабельності економічно унеможлиблює не тільки широкомасштабну екологізацію сільськогосподарського виробництва, але й впровадження сучасних технологій. Так, наприклад, за даними Інституту захисту рослин УААН впровадження сучасних систем хімічного захисту озимої пшениці рентабельно за умов рівня урожайності 3 т/га. Відсутність агроecологічних інновацій в сільському господарстві через зворотні зв'язки погіршує рівень стійкості агроecосистем.

Деградація сільськогосподарських ґрунтів

Деградація сільськогосподарських ґрунтів обумовлена відсутністю інновацій. Так, за даними Національних наукових центрів «Інститут ґрунтознавства та агрохімії імені О.Н. Соколовського» та «Інститут землеробства УААН» в Україні щорічно від ерозії втрачається до 600 млн. т ґрунту, до 15 млн. т гумусу, 0,3–0,9 млн. т азоту, 700–900 тис. т фосфору, 6–12 млн. т калію, що значно більше ніж вноситься з добривами. Урожайність сільськогосподарських культур на еродованих ґрунтах на 20–60 % нижча, ніж на не еродованих. Втрати продукції землеробства внаслідок ерозії перевищують 9–12 млн. т зернових одиниць, еколого-економічні збитки \$10 млрд. щороку. Площа сільськогосподарських угідь, які зазнають водної ерозії, становить 13,3 млн. га (32% загальної площі), у т.ч. 10,6 млн. га орних земель.

У складі еродованих земель – 4,5 млн. га сильно- та середньозмиті, 68 тис. га – втратили гумусовий горизонт. Вітровій ерозії систематично піддаються понад 6 млн. га, а в роки з пиловими бурями – до 20 млн. га. Пиловою бурею 2007 р. охоплено 125 тис. км², до 20 % площі України, 50 % площі степової зони.

Рівень еродованості земель через зворотні зв'язки пригнічує як екологічну стійкість агроecосистем, так й їх продуктивність.

Забруднення поверхневих вод

Згідно інформації УААН до Національної доповіді про стан навколишнього природного середовища в Україні у 2000р. екологічна деградація, спричинена сільськогосподарською діяльністю, найбільш відчутно зачепила водотоки і басейни малих річок.

України, які є основною структурною одиницею українських агроландшафтів. Мережа малих річок налічує більше 63 тисяч водотоків загальною довжиною 135,8 тис. км з них близько 60 тисяч дуже малих з довжиною менше 10 км з сумарною протяжністю 112 тис. км. Ці річки є найбільш вразливими щодо екологічних порушень. Площа водозбору малих річок становить від 20 до 500 км², тобто їм притаманна пересічена місцевість, що легко підлягає ерозійним процесам, а русла замуленню знесеним із площі водозбору дрібноземом, агрохімікатами та пестицидами.

Дефіцит якісної питної води

Стан поверхневих вод України обумовлює екологічну якість питної води. В Україні на контролі державної санітарно-епідемічної служби МОЗ України перебуває 15281 водогонів. У ході проведення заходів з державного санітарного контролю здійснено 43,3 тис. обстежень водопровідних споруд, з них на 5060 (11,7%) виявлені грубі порушення протиепідемічного режиму. З 281,5 тис. проб питної води, відхилення від стандарту щодо бактеріологічного забруднення встановлено в 12 тис. проб (4,3%).

Погіршення здоров'я сільського населення

Передкризовий стан навколишнього природного середовища обумовлює рівень здоров'я населення. Так, постійне спостереження за показниками здоров'я населення свідчить про його погіршення внаслідок поширення деяких класів хвороб. Передусім, про це свідчить підвищення показників загальної захворюваності. У регіонах відбулись значні проти минулих років зміни у поширенні хвороб ендокринної системи, розладу

травлення, порушення обміну речовин, в 1,8 рази кількість захворювань ендокринної системи, рівень поширеності хвороб системи кровообігу (на 10,6%), хвороб крові та кровотворних органів (на 7,4%), а також новоутворень (на 3%).

Соціально-економічні проблеми села – верхівка піраміди екологічних порушень та їх наслідків. Так, за даними УААН, за межею бідності у 2007 р. знаходилося 15,5% сільських домогосподарств, у 25% – сукупні витрати не перевищували рівень прожиткового мінімуму. Не дивлячись на низьку забезпеченість сільських населених пунктів об'єктами соціального призначення їх мережа продовжує деградувати. За 2000–2007 рр. вона скоротилася на 13,5 тис. сільських магазинів, 2,6 тис. закладів громадського харчування, 0,3 тис. дитячих дошкільних закладів, 0,3 тис. загальноосвітніх шкіл, 1,0 тис. закладів культури та 0,9 тис. фельдшерсько-акушерських пунктів. Відбувається подальше обезлюднення сільської місцевості та зняття з обліку поселень. Поселенська мережа за 2000–2007 рр. скоротилася на 147 населених пункти.

Недостатня рентабельність сільськогосподарського виробництва підсилює соціальні проблеми села, які, в свою чергу, через зворотні зв'язки негативно впливають на рівень продуктивності агроєкосистем. В той же час соціальні проблеми села обумовлюють існуючий рівень розораності земельного фонду як чинника екстенсивного росту виробництва.

Згідно моделі, соціально-економічний стан сільської місцевості знаходиться в системних відносинах з екологічним станом агросфери України, зворотні зв'язки системи підсилюють кризові явища. Модель свідчить, що основним чинником екологічного стану системи є надмірна розораність земельного фонду України, яка обумовлює збіднення агробіорізноманіття.

В представленій моделі не з'ясованим блоком залишається реальний стан біорізноманіття. Таким чином, наукова перевірка робочої гіпотези в першу чергу полягає у визначенні стану біорізноманіття.

БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЧУЖОРІДНИХ (ІНВАЗІЙНИХ) ВИДІВ

Чужорідні види для певної території – це види, що перебувають поза своїм природним ареалом, що є присутнім у результаті навмисної або ненавмисної діяльності людини, або види, які проникли без допомоги людини.

Інвазійний вид – це чужорідний таксон, потенційно значимий для екосистеми-реципієнта, що має економічне значення й історичні, біогеографічні, біоекологічні можливості для вторгнення.

Географічні ареали багатьох видів обмежені головним чином природними і кліматичними бар'єрами. Внаслідок інтродукції в ці фауністичні та флористичні комплекси чужих видів, людина порушила природний хід подій. У сучасну епоху, навмисно або випадково, величезна кількість видів інтродуковано в ті області, де їх ніколи не було. Інтродукція багатьох видів була обумовлена наступними факторами:

- **Європейська колонізація.** Прибуваючи на нові місця поселень у Новій Зеландії, Австралії, південній Африці, і бажаючи зробити оточення більш звичними для погляду і забезпечити себе традиційними розвагами (зокрема, полюванням), європейці завезли туди сотні європейських видів птахів і ссавців;

- **Садівництво і сільське господарство.** Велике число видів декоративних рослин, сільськогосподарських культур і пасовищних трав інтродуковано і вирощується в нових областях. Багато з цих видів «вирвалися на свободу» і влаштувалися в місцевих угрупованнях;

- **Випадкове занесення.** Види часто транспортуються людиною ненавмисно. Типові приклади тому – насіння бур'янів, випадково зібране разом з урожаєм культурних рослин і висіяне потім на новому місці; пацюки та комахи, які подорожують на кораблях і літаках; хвороботворні і паразитичні організми, що переносяться їх господарями. Разом з баластом кораблі часто привозять екзотичні види. З ґрунтовим баластом, що звалюється на територіях портів, прибувають насіння бур'янів і ґрунтові членистоногі; водяний баласт

містить водорості, безхребетних і дрібних риб. Переважна більшість екзотичних видів, тобто видів, що опинилися через діяльність людини поза межами свого природного ареалу, не приживається на нових місцях, оскільки нове навколишнє середовище не відповідає їх потребам. Однак певний відсоток видів дуже навіть добре освоюється в нових «будинках» і стають інвазійними видами, тобто такими, які збільшуються в чисельності за рахунок аборигенних видів. Шляхом конкуренції за лімітуючий ресурс такі екзотичні види можуть витіснити аборигенні види (рис. 8).



Рис. 8 Жук колорадський (*Leptinotarsa decemlineata* L.), інвазійний вид, який широко розповсюдився на території Європи

Всі чужорідні види переборюють географічний бар'єр, завдяки чому виявляються на новій території. Випадкові чужорідні види або «зупиняються» на цій стадії, або переборюють локальні екологічні бар'єри, що дозволяє їм якийсь час зберігатися, хоча їхнє існування на новій території залежить тільки від повторюваного занесення. Натуралізація починається тоді, коли виразно переборені екологічні, а також репродуктивні бар'єри. На цій стадії зникнення виду з нової території малоімовірно. Про інвазійні види можна говорити, коли

переборюється бар'єр поширення в межах нової території та впровадження в порушені або напівприродні співтовариства.

Підстави для віднесення виду до чужорідного:

- вид віднесений тільки до вторинних місць перебування;
- не був раніше знайдений на даній території;
- не був знайдений в археологічних розкопках на даній території;
- на вторинних місцезнаходженнях зустрічається рідко;
- не проходить весь життєвий цикл або проходить його винятково рідко;
- на даній території не має близькоспоріднених видів;
- його місцезнаходження вилучене від основного ареалу;
- основним фактором поширення є людина.

Адвентивні (чужорідні, занесені) види рослин розрізняються за трьома параметрами – часом занесення, способом занесення й рівнем адаптованості до нових географічних умов.

За часом занесення розрізняють:

археофіти – занесені до XVI століття (прикладом можуть служити цілий ряд середземноморських видів рослин, які були занесені на територію нашої країни при древніх торгівельних контактах і зараз зростають як звичайні бур'яни);

неофіти – що з'явилися в більше пізніший час (борщівник Сосновського (*Heracleum sosnowskyi* Manden.)).

За способом занесення й натуралізації розрізняють:

ксенофіти – занесені випадково (амброзія полинолиста (*Ambrosia artemisiifolia* L.), кропива коноплева (*Urtica cannabina* L.));

ергазіофіти – занесені навмисно (рослини роду *Irga*, клен американський (*Acer negundo* L.));

ксеноергазіофіти – перехідна група з неясним сценарієм появи в новому районі.

За ступенем адаптованості розрізняють:

ефемерофіти – флуктуючі види, які то з'являються, то зникають у локальних місцеперебуваннях (хрінниця пронизанолиста (*Lepidium perfoliatum* L.);

колонофіти – види, що міцно закріпилися в нових місцеперебуваннях, але не поширюються з них (тладіанта сумнівна або червоний огірок (*Thladiantha dubia* Bunge);

епекофіти – види-прибульці, які розселяються по порушених місцеперебуваннях (*Reynoutria japonica* Houtt.);

агірофіти – занесені рослини, які впроваджуються в природні співтовариства (розрив-трава залозиста (*Impatiens glandulifera* Royle).

Вид може ставати інвазійним і впроваджуватися в нові регіони й невластиві йому екосистеми в силу різноманітних причин:

- природного розширення ареалу по типу дифузії;
- переміщень, пов'язаних із флуктуаціями чисельності, у тому числі переміщень у результаті екстраординарних кліматичних або геологічних явищ;
- антропогенних змін абіотичних і біотичних факторів навколишнього середовища, що заподіяли відповідні зміни меж ареалу;
- навмисної інтродукції та реінтродукції важливих з погляду господарської діяльності людини видів живих організмів;
- випадкових занесень.

Проникаючи в невластиві їм раніше місця перебування, чужорідні види істотно перетворюють структуру біоценозів:

- змінюють структуру й функції екосистем, середовище перебування аборигенних видів;
- вступають у конкурентні відносини з аборигенними видами та сприяють їхньому витісненню;
- виявляються хижаками стосовно аборигенних видів і скорочують чисельність їхніх популяцій;

- є переносниками збудників захворювань аборигенних видів.

Як правило природні зміни ареалів видів відбуваються порівняно поступово й послідовно. Зміни, викликані прямою або побічною діяльністю людини відбуваються помітно швидше (реєструються одним або декількома поколіннями людей) і відбуваються в даний відрізок часу або відбувалися порівняно недавно.

Так, можна виділити розширення ареалу видами в силу природних причин, з одного боку, та інтродукцію розрив-трави залозистої з іншого.

Інтродукція – це цілеспрямована діяльність людини по введенню в культуру в даному природничо-історичному районі родів, видів, підвидів, сортів, порід і форм, які раніше в ньому не зустрічалися.

До навмисної інтродукції відноситься:

переміщення без розведення для досягнення прямим або непрямим способом будь-якої утилітарної мети. Сюди відноситься й широка практика переміщення видів з метою «заповнити порожні екологічні ніші» для підвищення продуктивності екосистем;

розведення цінних для антропогенної діяльності видів. Під розведенням розуміють штучну підтримку та/або штучне забезпечення окремого складового життєвого циклу виду поза його природним ареалом;

практика «класичного» біологічного контролю, тобто цілеспрямоване розселення живих організмів для боротьби зі шкідливими або небажаними видами тварин, рослин або мікроорганізмів (наприклад, в Австралії – ввезення метелика кактусової вогнівки для знищення заростей кактуса опунції);

Навмисний випуск (без утилітарних цілей) об'єктів розведення, прикладом можуть служити об'єкти акваріумного виробництва, просто викинуті в природні водойми, разом з якими в природні водойми потрапляють також і акваріумні рослини.

До ненавмисної інтродукції відноситься велика кількість випадків перенесення організмів, здійсненого випадково, без постановки конкретної мети перенесення. Вона може бути умовно розділена на дві групи:

- інтродукція виду разом з об'єктами навмисного заселення;
- інтродукція на «небіологічному» (баластові води із планктоном, залізничний транспорт) або «біологічному» носії (наприклад, колорадський жук, картопляна міль, каштанова мінуюча міль).

При інтродукції, наступній акліматизації й натуралізації міняється природний ареал рослин. Формується новий ареал, що пропонується називати культигенним.

Культигенний ареал – ареал, що виник і сформувався поза межами сучасного природного поширення таксона й безпосередньо пов'язаний з його культивуванням.

Культигенний інтродукційний ареал являє собою ареал виживання й збереження таксону (поза природним поширенням), що відбувається лише при безпосередньому сприянні людини.

У межах культигенного натуралізаційного ареалу культура рослин одержує можливість входження в ті або інші місцеві рослинні співтовариства.

Подібно природним, культигенні ареали мають тенденцію як до розширення, так і до скорочення. Останнє зустрічається помітно рідше й може бути пов'язане зі зменшенням потреби в даному виді, витісненням даного виду з культури іншим, більше перспективним видом, посиленням впливу шкідників і хвороб й, нарешті, виродженням інтродуцента, обумовленим, у першу чергу, генетичними факторами.

Адвентивні (чужорідні) види у флорах різних регіонів

Середня частка адвентивних видів у флорах різних районів світу становить 16%, причому на материках вона дорівнює 11%, а на островах – 31%.

Картина адвентивізації флор різних материків виглядає в такий спосіб: Північна Америка – 19%, Австралія – 17%, Південна Америка – 13%, Європа – 9%, Африка – 7%, Азія – 7%. Максимальна частка чужорідних видів – 31% – виявлена в сільськогосподарських й міських екосистемах, далі знаходяться

ліси помірної смуги, у флорі яких частка видів-вселенців досягає 22%. Адвентивні види є у флорі кожного регіону, крім Антарктиди.

Часто адвентивні види, що найбільше трапляються, походять із родин Poaceae, Asteraceae, Brassicaceae.

Велика кількість рослин Східної Азії стають бур'янами в Північній Америці, а північноамериканські види – дуже агресивними інвазійними видами для країн Європи. Європейські рослини впроваджуються у флору Австралії, Америки й Африки, а австралійські види стають бур'янами в Африці.

Проблеми інвазійних видів комах в Україні

В зелених насадженнях населених пунктів та агроценозах України виявлено понад 20 видів молей–строкаток. В останні роки (2004–2022) кількість видів цієї групи фітофагів збільшилась. Це переважно, адвентивні види: *Lhyllonorycter platani* Staudinger, 1870, *Phyllonorycter issikii* Kumata, 1963, *Cameraria ohridella* Deschka & Dimic, 1986, *Acrocercops phaespora* Meyer., *Phthorimea operculella* Zell., *Tuta absoluta* Meyrick. та ін. Дослідження за трофічною спеціалізацією показали, що поліфагами є 6 видів комах-фітофагів, зокрема: *Gracillaria syringella*, *Phyllocnistis labyrinthella*, *Phyllonorycter emberizaepennella*, *Phyllonorycter salicicolella*, *Phyllonorycter sorbi*, *Phyllocnistis labyrinthella*, олігофагами (14 видів) – *Caloptilia semifascia*, *Caloptilia rufipennella*, *Parectopa robiniella*, *Phyllonorycter acerifoliella*, *Phyllonorycter apparella*, *Phyllonorycter blancardella*, *Phyllonorycter cerasicolella*, *Phyllonorycter coryli*, *Phyllonorycter guercifoliella*, *Phyllonorycter issikii*, *Phyllonorycter populifoliella*, *Phyllonorycter strigulatella*, *Phyllonorycter tenerella*, *Phyllonorycter ulmifoliella* і монофагами (3 види) – *Cameraria ohridella*, *Phyllonorycter faginella* та *Phyllonorycter platani*.

Вперше в м. Києві виявлено три види молей–строкаток: *Phyllonorycter issikii*, *Phyllonorycter platani* та *Phyllonorycter emberizaepennella*. Стає

очевидним, що ентомофауна України постійно поповнюється новими видами—переселенцями, що може мати непередбачувані наслідки, наприклад, міль каштанова мінуюча, картопляна, тощо. Установлено, що адвентивні види, які потрапили на нову територію в сприятливі для їхнього розвитку і розмноження умови, за наявності достатньої кількості кормового ресурсу, відсутності природних ворогів надзвичайно швидко розширюють свій ареал. Отже, для запобігання масового поширення таких видів необхідно проводити регулярно моніторинг із метою своєчасного виявлення осередків комах.

Зміна клімату у глобальному вимірі як загроза біоресурсам планети – одна з найгостріших екологічних проблем сьогодення. Наукові дані, які у 2007 р. представлені групою експертів ООН зі зміни клімату (МГЕЗК, 2017), остаточно підтверджують реальність глобального потепління, зумовленого діяльністю людини. Впродовж ХХ століття середня температура на планеті підвищилася на 0,6°C. Потепління клімату простежується у змінах приземної температури і температури атмосферного повітря, а також в океані до глибини декілька сотень метрів, яке більш суттєвіше в північних широтах.

Основною причиною потепління клімату, на думку міжнародної наукової спільноти, є антропогенний вплив. Глобальні викиди парникових газів в наслідок діяльності людства за період 1970–2004 рр. збільшилися на 70 %. Промисловість і сільське господарство спричиняє викиди чотирьох довго живучих парникових газів: вуглекислого газу (CO_2), метану (CH_4), закису азоту (N_2O) й вуглеводів, які містять в собі фтор, хлор та бром. У 2005 р. концентрації CO_2 і CH_4 суттєво перевищували природний діапазон за останні 650000 років. Головним джерелом збільшення глобальної концентрації CO_2 вважають використання викопних видів палива. Зростання концентрацій CH_4 та N_2O обумовлено, головним чином, сільським господарством. Динаміка фактичних значень потепління тісно узгоджується з математичними моделями, які враховують природний і антропогенний вплив на атмосферу.

На планеті реєструють численні порушення абіо- і біотичних систем, частота яких вище в північній півкулі, що співпадає з широтним розподілом явища потепління. Вплив змін клімату на екосистеми суші виявляється через:

- зміни ареалів; поширення видів рослин та тварин спрямовано до полюсів;
- більш ранній початок весняних явищ, таких як розпускання листків, міграції птахів та строки відкладання яєць;
- збільшення вегетаційного періоду рослин;
- в сільському господарстві у високих широтах північної півкулі прослідковуються більш ранні строки весняної сівби;
- у лісовому господарстві північної півкулі збільшується частота пожеж та масових розмножень шкідливих комах;
- зміни в поширенні переносників збудників інфекційних хвороб, більш раннє з'явлення алергенного пилку рослин.

За прогнозами експертів ООН підвищення середньої температури до 1–3°C призведе до вимирання 30 % біоти, при потеплінні на 2–4°C буде уражено від 15 до 40% екосистем планети. В галузі сільського господарства з підвищенням температури будуть відбуватися суттєві перебудови формування в продуктивності сільськогосподарських культур, збільшенні чисельності популяцій шкідливих організмів.

В умовах загроз біоресурсам, спричинених глобальним потеплінням, надзвичайно актуальними є системні дослідження екологічних порушень в біоценозах України для екологічного обґрунтування та розробки комплексу заходів із їхнього упередження.

БІОРІЗНОМАНІТТЯ УКРАЇНИ: СЬОГОДЕННЯ

Україна займає 6% площі Європи, а в біоценозах України майже 35% біорізноманіття Європи. Це обумовлено тим, що територія України розташована в різних природних зонах, таких, як: степова, лісостепова, широколистяно-лісова, присередземноморська. Багатство ландшафтів в Україні збільшується в такій послідовності: луки, болота, плавні, степи і ліси. В Україні живуть представники більш ніж 70 тис. таксонів.

Результати досліджень біорізноманіття планети свідчать, що комахи та їх родичі домінують у земних й прісноводних екосистемах. За будь-якими наявними науковими оцінками на комах припадає від 53% до 75% видів біоти, а їх сумарна біомаса перевищує біомасу усіх інших тварин. Таким чином, комахи забезпечують значну частину біотичного кругообігу речовини, енергії і інформації в біосфері, що обумовлює підтримання екологічної рівноваги. Комахи еволюційно утворили консументів різних рівнів, які в декілька порядків вмонтовані між продуцентами й редуцентами. Внаслідок такої еволюції подовжився ланцюг передачі усередині екосистеми енергії у вигляді відновлених вуглецю й водню, а також біогенних елементів. Подовження ланцюгу, в свою чергу, призвело до полегшення замикання кругообігу й зменшення втрат енергії та біогенних елементів, похованих у відмерлій біомасі. Треба зауважити, що в природі відбираються не більш продуктивні, а більш ощадливі біотичні угруповання, здатні мінімізувати втрати й максимально замкнути кругообіг речовини та енергії.

Для нашої держави особливо актуальною є проблема збереження природного різноманіття, оскільки на території України зберіглась лише третина природної рослинності, до того ж у зміненому вигляді. Неспотворених господарською діяльністю ландшафтів в Україні майже не залишилось. Малозмінені ландшафти становлять 12,7% території. Це, головним чином, вторинні ліси, заболочені ділянки, природно-заповідні та інші

природоохоронні території. За оцінками фахівців, площа таких ландшафтів має складати 40%, щоб компенсувати антропогенний вплив.

Площа заповідних територій у 2010–2011 рр. становила 4% (загальна площа 2,8 млн га), що у більш як 2,5 рази менше середнього показника по Європі.

З 220 видів природних ландшафтів України тільки 40% представлено у природно-заповідному фонді.

В ХХ ст. було завдано значних збитків біологічному різноманіттю, оскільки бурхливий розвиток індустріалізації виробництва, осушення заболочених земель, будівництво водосховищ і каналів, хімізація сільськогосподарських угідь та інші фактори стали одними з основних чинників антропогенних змін ландшафтів. На сьогодні ця тенденція майже залишається незмінною. Нераціональна господарська діяльність людини руйнує ландшафти. Добування корисних копалин призводить до утворення кар'єрів, відвалів, териконів. Забруднюючі речовини, що викидаються підприємствами в атмосферу і гідросферу, впливають практично на всі ландшафти. Осушення та зрошення змінюють природний водний режим ландшафтів і викликають не властиві для них фізико-географічні процеси (видування торфовищ, підтоплення і засолення чорноземів та ін.).

Не дивлячись на значне антропогенне навантаження, Україна завдяки своєму географічному положенню ще зберігає надзвичайно багату біоту. Багато в чому це пов'язано з тим, що в Україні на відносно невеликій території представлено чотири природних зони: широколистяно-лісова, лісостепова, степова і присередземноморська. Фізико-географічні умови України сприяли формуванню багатого рослинного і тваринного світу, що налічує більше 70 тис. видів (за оцінками експертів, ще не описано одну третину видів – здебільшого грибів і комах).

Займаючи лише 6% площі Європи, Україна володіє не менше 35% її видового різноманіття і за цим показником випереджає майже всі європейські країни, лише незначною мірою поступаючись Франції та Італії. Це

пояснюється тим, що Україна є перехрестям історично різних міграційних хвиль тваринного і рослинного світу з різних центрів походження, що проходили через її територію, залишаючи живі пам'ятки цих хвиль – до тайгових боліт з тундровими видами Полісся, від центральноазіатських степів, вже відсутніх західніше, до зовсім інших центральноєвропейських степів на Поділлі. Унікальною пам'яткою природи в Україні є Товтровий кряж. Європейське значення мають букові праліси Українських Карпат, найбільші за площею в Європі. Значною мірою це стосується і галофільної рослинності Азово-Чорноморського узбережжя та реліктових масивів дубових лісів Лісостепу тощо.

Рослинний світ та його географія в Україні вивчені порівняно добре. Україна належить до країн з великим різноманіттям флори. З 300–350 тис. видів вищих рослин світу в Україні налічується понад 25 тис. видів, у тому числі водоростей – близько 4 тис., грибів і слизовиків – понад 15 тис., лишайників – більше ніж 1 тис., мохоподібних – майже 800 і судинних рослин – понад 6,5 тис. видів.

Про багатство і високу видову насиченість рослинного світу на одиницю площі України свідчать такі порівняння. Природна флора вищих судинних рослин налічує 4523 види, тоді як у Білорусі – 1460, Молдові – 1762, Польщі – 2300 видів.

Найбагатшими за видовим складом є родини: Asteraceae (Compositae), Gramineae (Poaceae), Fabaceae, Rosaceae, Lamiaceae, Brassicaceae, Caryophyllaceae. Понад 150 видів рослин занесені до першого видання Червоної книги України, яку було засновано в 1976 р. До другого видання потрапило вже понад 400 видів судинних рослин. Особливо багато ендемічних, рідкісних та зникаючих видів є в Карпатах – майже половина всіх ендемічних і близько 30% усіх рідкісних та зникаючих видів. Природна рослинність збереглася лише на 20% території; культивується більше тисячі видів рослин.

В процесі господарської діяльності рослинний світ суттєво змінився: впродовж XVI–XIX ст. площа лісів у лісостеповій зоні скоротилася більш ніж у 5 разів, а площа найцінніших дубових і букових лісів тільки у XIX ст. зменшилася на чверть. Природна рослинність переважно збереглася в лісах, заповідних територіях, на постійних луках і пасовищах, схилах балок і яруг.

Лісистість у різних частинах і регіонах України нерівномірна. Вона значно вища від середньої по країні на заході і півночі, особливо в Карпатах. З просуванням на південь і південний схід лісистість поступово зменшується. У західній та північній частинах республіки вкрита лісом площа становить 20–40%, в Карпатах – понад 60%, у Поліссі – 30%. На півдні України лісові площі невеликі: у Степу – до 4%.

Серед цінних рослин, які використовуються в медицині, в Україні лікарськими визнано майже 250 видів, у тому числі 150 – науковою медициною. Заготовляють близько 100 видів, з них у широких масштабах – 40–50 видів. Головними по заготівлі лікарських рослин є райони Полісся та Лісостепу, а також Карпати.

Україна багата такими лікарськими рослинами, як ромашка польова, валеріана, шипшина звичайна, чистотіл, звіробій, деревій звичайний, подорожник великий, обліпіха, фіалка триколірна, шавлія, дурман, кульбаба, материнка звичайна, барвінок малий, лепеха звичайна, цмин пісковий, медунка лікарська, суниця лісові, живокіст лікарський, оман високий, брусниця, чорна порічка, чорниця, малина, калина, лаванда, живокіст лікарський, м'ята перцева, горицвіт весняний, меліса, золототисячник, кропива дводомна, калган, цикорій дикий, толокнянка, спориш звичайний, конвалія та інші. Багато видів дикорослих лікарських рослин уже занесено до Червоної книги України

Тваринний світ, який нараховує в Україні майже 45 тис. видів, охоплює найпростіших (понад 1200 видів), плоских червів (1290), нематод (540), членистоногих (39 тис.), риб (понад 270) птахів (344), ссавців (108). До першого видання Червоної книги України занесено 85 видів і підвидів тварин

(29 ссавців, 28 птахів, 6 плазунів, 4 земноводних, 18 комах), а до другого – майже 400 видів безхребетних і хребетних тварин. В Україні нараховується понад 6640 видів прісноводних і солонуватоводних тварин.

Серед 45 європейських країн Україна за кількістю видів окремих груп хребетних тварин займає 1–5 місця, а за кількістю збережених глобально вразливих видів Європи – 5-е місце. Це свідчить про те, що Україна може бути одним з головних резерваторів відновлення біорізноманіття Європи, зокрема зубра, чисельність якого в Україні є найбільшою у світі.

Займаючи менше 6% площі Європи, Україна володіє приблизно 35% її біорізноманіття. Це обумовлено тим, що територія України розташована в різних природних зонах, таких, як: степова, лісостепова, широколистяно-лісова, присередземноморська. Багатство ландшафтів в Україні збільшується в такій послідовності: луки, болота, плавні, степи і ліси. В Україні живуть представники більш ніж 70 тис. таксонів.

Фауна України розподіляється на два систематичних таксони високого рангу – хребетних та безхребетних, причому кількість останніх є набагато більшою, ніж перших. За приблизними оцінками, одна третина видів, зокрема грибів та комах, ще не описані.

Лісостепова зона займає близько третини території України і, незважаючи на значний антропогенний тиск, в її межах збереглася різноманітна рослинність: представлені ліси, утворені дубом звичайним (дубові, грабово-дубові, липово-дубові), дубом скельним (у південно-західній частині Лісостепу), а також грабом звичайним. Соснові та дубово-соснові ліси трапляються на піщаних ґрунтах другої тераси Дніпра та його лівобережних приток. У заплавах річок формується лучна рослинність. Болота також приурочені до заплав річок і представлені здебільшого високотравними евтрофними видозмінами. Степова рослинність (переважно лучні ковилово-різнотравні степи) збереглася лише у вигляді незначних за площею фрагментів на незручних для оранки та інтенсивного використання ділянках та на територіях природно-заповідного фонду.

Загалом рослинний покрив України представлений лісами, луками, болотами, степами, томілярами, чагарниковими заростями (гало-, псамо-, кальце-крето, петрофільними та водними угрупованнями). За даними Ю.Р. Шеляга-Сосонка ценофонд лісів Українських Карпат складається з 801 асоціації 16 формацій, Українського Полісся – з 409 асоціацій 10 формацій, подільської частини лісової зони – з 246 асоціацій 12 формацій, лісостепової зони з 405 асоціацій 13 формацій та степової зони – з 380 асоціацій 18 формацій.

Виділення раритетного ценофонду рослинності України сприятиме вирішенню низки питань у галузі збереження лісів, зокрема розробки режимів їх охорони, підтриманню фітогенетичного потенціалу, формування стійких угруповань, стабілізації екологічного стану регіонів тощо; ценофонд України є її національним багатством.

Внаслідок господарювання, особливо в останнє століття, відбулися значні зміни в ландшафтах та природних середовищах існування. Різко зменшилася площа, зайнята природними угрупованнями – до 29 %, в т.ч. лісами – до 14,3% території країни, було практично знищено степ як природний біом, значних змін зазнали гідрологічні умови території у зв'язку з будівництвом рівнинних гідроелектростанцій та створенням водосховищ, осушенням боліт Полісся та обводненням Степу. Спостерігається антропогенне забруднення значних територій, в т.ч. важкими металами, радіонуклідами, стійкими органічними сполуками, відмічено прояви деградації та синантропізації екосистем, що загрожує втратою гено-, цено- та екофонду та формує соціально-екологічний дискомфорт населення.

Агробіорізноманіття його визначення та структура

Біорізноманіття агроландшафтів (агробіорізноманіття) є досить складним біологічним об'єктом, який до певної міри функціонує як природний об'єкт, але в цілому він є досить залежним від усього процесу сільськогосподарського виробництва. Агробіорізноманіття є також досить

різноманітним об'єктом, який можна класифікувати на підставі біологічних властивостей, різноманітності та наявності різних складових елементів.

Біорізноманіття в агроєкосистемі, як і в будь-яких екосистемах, містить генезисні фракції біоти – аборигенна (автохтонна), адвентивна (алохтонна), та новітня, що є результатом їх, взаємного проникнення. Крім цих трьох, біота агроєкосистем містить культивгенну фракцію, яка привнесена людиною і без антропогенної підтримки існувати не може.

Біорізноманіття ландшафтів містить три компоненти: дике біорізноманіття, генетичне біорізноманіття та асоційоване біорізноманіття. *Дике біорізноманіття* включає диких родичів домашніх рослин та тварин, які мешкають, наприклад, у степу чи в лісі – поза межами сільської місцевості, та можуть використовуватись для виведення нових видів домашніх рослин чи тварин у майбутньому. Також мікроорганізми ґрунтів, запилювачів, комах-шкідників та хижаків, інших рослин і тварин, які асоціюються із функціями щодо значення місцевої агроєкосистеми.

Наприклад:

- розкладання органічних речовин і повернення в кругообіг поживних речовин із метою підтримання родючості ґрунтів для невиснажливого розвитку рослин і тварин;
- розкладання забруднювачів – з метою збереження чистого повітря і води;
- пом'якшення впливу кліматичних ефектів;
- збереження ґрунтових і водних ресурсів;
- запилення сільськогосподарських культур;
- утримання під контролем життєдіяльності шкідників сільськогосподарських культур.

Генетичне біорізноманіття включає:

Вищі рослини – сільськогосподарські культури та їх дикі родичі; рослини, які ростуть на пасовищах та напів-природних пасовищах; дерева, які вирощуються в агроландшафтах; бур'яни;

Ссавці – домашні та дикі ссавці, які використовують агроландшафти як середовище існування;

Птахи – домашні та дикі, які використовують агроландшафти як середовище існування;

Плазуни, земноводні та гідробіоти також використовують агроландшафти як середовище існування;

Членистоногі – запилювачі, шкідники, ентомофаги інші членистоногі (наприклад, терміти, мурашки);

Інші макроорганізми такі як земляні черви, молюски;

Мікроорганізми – ґрунтові бактерії, гриби, водорості, нематоди, актиноміцети, патогенні мікроорганізми та ін.

Асоційоване біорізноманіття включає рослини та тварини, які не завжди підтримують ключові функції агроєкосистеми, але які використовують сільськогосподарські території для пошуку їжі та притулку.

На п'ятій Конференції Сторін Конвенції з біорізноманіття (Найробі, травень 2000 р.) у спеціальній програмі робіт з біорізноманіття, тісно пов'язаній зі сферою сільського господарства, агробіорізноманіття («agricultural biodiversity») визначається як «різноманітність і мінливість тварин, рослин та мікроорганізмів на генетичному, видовому і екосистемному рівнях, які необхідні для підтримання найважливіших функцій агроєкосистеми, її структури і процесів, що забезпечують виробництво продовольства і продовольчу безпеку».

Кромвелл та ін. звертають увагу на наступні особливості, які відрізняють агробіорізноманіття від іншого біорізноманіття:

- агробіорізноманіттям активно управляють і багато його компонентів перестало б існувати, якби не втручання людини;
- знання та культура корінних народів є невід'ємною частиною управління агробіорізноманіттям;
- значна кількість економічно успішних господарств базують свою діяльність на вирощуванні різновидів сільськогосподарських культур

немісцевого походження, привезених із інших частин світу (наприклад, кукурудза та картопля були завезені в Європу з Америки);

- різноманіття сортів рослин і порід тварин, які задіяні у сільськогосподарському виробництві, є настільки ж важливими, як і різноманіття диких видів рослин і тварин;

- агробіорізноманіття тісно пов'язане з невиснажливим землекористуванням та практикою збереження природи; охорона його лише шляхом створення заповідників не є достатнім кроком.

Розгляд основних елементів агробіорізноманіття дозволяє побудувати узагальнену схему (табл. 3).

Таблиця 3

Елементи агробіорізноманіття

Рівень	Культивований компонент	Спонтанний (природний) компонент
Генетичний	1. Різноманітність всередині використовуваних сортів рослин, штамів мікроорганізмів та порід тварин	7. Генетична гетерогенність популяцій диких організмів у агроекосистемах
Популяційний	2. Різноманітність масово використовуваних сортів рослин, штамів мікроорганізмів та порід тварин	8. Різноманітність генетично обумовлених екотипів, ценопопуляцій, географічних рас, підвидів і т. п. серед диких організмів
Видовий	3. Різноманітність використовуваних видів культивованих організмів	9. Видова різноманітність диких організмів
Ценотичний	4. Різноманітність агроценозів (агроекосистем)	10. Різноманітність спонтанних ценозів на сільськогосподарських землях
Ландшафтний	5. Різноманітність типів господарств з точки зору екології (за характером обміну речовини і енергії)	11. Різноманітність збережених фрагментів природних ландшафтів
Зональний	6. Різноманітність зональних типів сільського господарства	12. Різноманітність типів екосистем, притаманних природним зонам (біомам)

Різноманіття сільськогосподарських культур, в більшій мірі, забезпечується генними банками, тобто завдяки закритим умовам, аніж відкритим умовам фермерських господарств.

Збереження біологічної різноманіття нерозривно пов'язане зі збереженням природного середовища – ландшафтного різноманіття (різноманіття біотопів, еконіш, трофічних ланцюгів). Тобто, ландшафти слід розглядати теж як екосистеми, що є підсистемами більш масштабних екосистем в межах яких можна зберегти біорізноманіття.

Щодо розподілу агробіорізноманіття України в зональному контексті, воно суттєво відрізняється в межах природних зон – Полісся, Лісостепу та Степу, а також гірської системи – Українських Карпат. Виходячи із залежності ценотичної та видової різноманітності спонтанної фіто- та зообіоти агробіорізноманіття від ґрунтово-гідрологічних умов, можливий подальший аналіз його розподілу за природними зонально-екологічними ознаками у межах наведених зон, але з урахуванням ступеня їх трансформації в порушені природні або в агроєкосистеми.

На рівні природних ландшафтів (включаючи їх освоєні під сільське господарство частини) можна виділити наступні основні типи: 1 – розчленовані ландшафти з широколистяними лісами, 2 – вирівняні ландшафти з широколистяними лісами, 3 – розчленовані ландшафти зі степами, 4 – вирівняні ландшафти зі степами та солонцями, 5 – піщані й торфові ландшафти Полісся та борових терас, 6 – піщані та лучно-чорноземні ландшафти заплавл, 7 – ландшафти низинних боліт та дельт, 8 – гірськолісові ландшафти Українських Карпат, 10 – високогірні ландшафти Українських Карпат. Відносно цих типів природних ландшафтів застосовуються різні системи ведення сільгоспвиробництва.

Базовою основою збереження біорізноманіття агроландшафтів є раціональне використання ґрунтового покриву, його охорона й відтворення родючості, а також збереження різноманіття ґрунтів. Кількість екосистем, які знаходяться на певній території, визначається з врахуванням стану ґрунтового

покриву. Різноманіття ґрунтового покриву контролюється кількісними і якісними показниками, які характеризують напрямок змін природного середовища в просторі й часі.

У складі агроєкосистем різного типу можуть брати участь природні, спонтанні та агроценози. Так, на рівні природних ценозів поширені ценози з природною структурою та видовим складом; природні ценози, змінені деякою мірою; природні ценози, трансформовані корінним чином; спонтанні ценози, утворені на докорінно змінених ектопах, часто зі зниженою продуктивністю, та острівні спонтанні ценози, площа яких недостатня для підтримання біорізноманіття, а також стрічкові ценози (вздовж доріг, річок, по краях полів та ін.).

Серед спонтанних ценозів та ектопів виділяються наступні групи: останці степової рослинності (в т.ч. яри, балки, береги, старі перелоги), спонтанні луки, пустища та псамофітні угруповання, природні ділянки лісів (різною мірою змінені, а також натуралізовані посадки), молодняки деревні на неугіддях (спонтанні), чагарникові вторинні угруповання, болота (неосушені й осушені), солончаки, солонці, скелі та ін., покинуті кар'єри та торфорозробки, стоячі невикористовувані водойми, водотоки, спонтанна рослинність сільських населених пунктів.

Деяку частку серед агроландшафтів становлять антропогенно малозмінені землі та водойми, що належать сільгоспвиробникам, а також землі та водойми, що вийшли з сільськогосподарського виробництва або заплановані державними програмами для виведення з використання та ренатуралізації. Ці землі характеризуються найвищим рівнем біорізноманіття серед сільгоспугідь. Хоч біорізноманіття цих угідь не завжди входить до поняття агробіорізноманіття (а іноді з часом втрачає ознаки агробіорізноманіття), але воно в більшості випадків є джерелом поповнення агробіорізноманіття і активно з ним взаємодіє.

Ландшафти України підтримувалися у гармонійному стані лише до першої половини XIX ст., після якого розпочалося систематичне вирубування

лісів у лісостеповій, осушення земель у поліській та розорювання у степовій зонах.

В процесі антропогенної трансформації сучасної спонтанної біоти роль агроландшафтів широка і різноманітна, вона пов'язана зі збідненням, космополітизацією і уніфікацією біоти, серйозними еволюційними наслідками і перетрубаціями в ній, викликаними хімічним, фізичним та біологічним забрудненням довкілля. Занесення і експансія адвентивних видів – це процеси синантропізації рослинного покриву і тваринного населення, найважливішим чинником яких виступає діяльність людини в агросфері.

За структурою сільськогосподарських угідь для України вважається ідеальною ситуація з таким співвідношенням угідь: 1 – рілля: 1,6 – природні кормові угіддя: 3,6 – ліси. Але справжнє співвідношення таке: 1 – рілля: 0,23 – сіножаті і пасовища: 0,3 – ліси. Таке співвідношення є свідченням того, що стан агроландшафтів вкрай розбалансований. Згідно цих даних можна скласти оцінку екологічного стану агроландшафтів: Полісся середньо погіршений, Лісостеп – сильно погіршений з наближенням до катастрофічного, а Степу – катастрофічний; в цілому для України – сильно погіршений.

Вихід із складної екологічної ситуації, що склалася в Україні виражається у поступовому переході від існуючих агроландшафтів з низькою лісистістю до формування нових лісоаграрних ландшафтів як високопродуктивних, біологічно стійких і саморегульованих систем. Вони здатні протистояти руйнуванню ґрунтів, зниженню їх родючості, оптимізувати структуру угідь, раціоналізувати використання земель. Додати до цього слід і те, що лісоаграрні ландшафти здатні стати міграційними шляхами, притулками для компонентів біорізноманіття. За розрахунками фахівців для цього полезахисну лісистість необхідно довести до 30–40% у найближчі 10–15 років; станом на 1996 р. вона за підрахунками В.Д. Байтали не перевищує 2,6% .

С. Ю. Булигін в процесі екологічної конверсії сільського господарства в Україні пропонує певну частину нині розораних, але мало продуктивних

земель (засолені, еродовані та ін.) перевести під використання як кормові угіддя (сіножаті і пасовища) та під заліснення. За його розрахунками ступінь розораності, таким чином, знизиться у степовій зоні з 81,3 до 60%, Лісостепу – 82,0 до 60,8%, Полісся – 66 до 49%; у середньому по Україні – з 78,5 до 57,9%.

Україна має 32 млн. га орних земель, більше 71% із яких – родючі чорноземи. Однак, у процесі сільськогосподарського використання ґрунти піддаються різним видам деградації. Процеси деградації ґрунтового покриву України набули такого масштабу, що загрожують його цілісності й різноманіттю. Наприклад, в межах деяких ландшафтів вже зникають окремі типи і підтипи ґрунтів, що в цілому загрожує не тільки ефективності сільськогосподарського виробництва, продовольчої безпеки держави, але й безумовно, негативно впливає як на природне середовище, так і на біорізноманіття.

Отже, агроландшафти України, не дивлячись на значну антропогенну трансформацію, залишаються важливою умовою збереження біорізноманіття.

БІОРІЗНОМАНІТТЯ КОМАХ В БІОЦЕНОЗАХ, СИСТЕМАТИКА І ЕКОЛОГІЯ

Не дивлячись на єдиний фронт, екологи дотепер не можуть домовитися між собою відносно рівня біорізноманіття й глибини планетарної кризи. Так, Е. Уїлсон (1993) вважає, що неможливо визначити точне число видів, які можуть зникнути, але їх кількість дуже значна. Уперше загальне число видів на Землі, а також фактичні темпи зникнення, були розраховані в 1992 р. з наявних на той час даних. Було обґрунтовано, що на планеті живе 3,63 млн. видів, а темпи їхнього зникнення 3–5 видів у рік.

Залежно від наукових та державних установ розвинутих країн, які виконували подібні розрахунки, розрив між показниками вимирання становив від 17000 до 100000 видів у рік, при цьому деякі експерти вважають, що темпи вимирання біоти ще вищі. За підрахунками ентомологів, за останні 100 років ентомологічне різноманіття островів Великої Британії зменшилось на 7–20%. Ця проблема в остаточному підсумку впливає з відсутності достатнього числа опублікованих наукових даних – біологи визнають, що вони мало що знають про більшість організмів нашої планети.

Найпростіший з підходів до розрахунку загального біорізноманіття полягає в порівнянні співвідношення відомого й невідомого числа видів. Таку оцінку було проведено для птахів, ссавців та інших добре відомих тварин помірною поясу з наступною екстраполяцією даних на тропіки. За умови, що в тропіках видів в 2 рази більше й даний підхід справедливий для всіх класів живих істот, розрахунки показали рівень світового біорізноманіття в 3 млн. видів. Зараз визнано, що комахи є найбільш численною групою видів. Одна із оцінок загального числа їх видів коливається від 4,9 до 30 млн. Якщо припустити, що жуки становлять 40% всіх видів членистоногих, яких у два рази більше в полозі лісу, чим під пологом, з округленням виходить приблизно 30 млн. видів комах у світі.

Проаналізувавши всі доступні матеріали, наукова комісія під егідою ООН прийшла до консенсусу, що число видів комах на планеті становить 13,6

мільйонів. Цей документ як «робочу гіпотезу» не визнають багато дослідників з екології, уважаючи її спекулятивним продуктом «кабінетної біології».

Таким чином, за будь-якими наявними науковими оцінками комахи представляють більшу частину життєвих форм планети.

Комахи, найбільш відомі із всіх безхребетних. Вони легко ідентифікуються: у них 3 пари ніг і 3 основних частин тіла – голова, груди й черевце. Комахи захищені твердим хітиновим покриттям. Більшість комах мають великі фасеточні очі й антени (вусики).

Більшість комах розмножуються статевим шляхом, хоча деякі комахи, наприклад, попелиці можуть мати безстатеве розмноження. Усі комахи відкладають яйця. У більш примітивних видів серед комах, потомство, яке тільки що відродилося з яйця, в мініатюрі нагадує батьків. Однак, більшій частині комах властивий метаморфоз, коли особини, які відродилися з яйця дуже відрізняються від батьків, а для досягнення дорослої стадії повинні пройти через значні зміни.

Палеонтологія свідчить, що комахи жили 400 мільйонів років тому. Вони є першими тваринами, які опанували політ. Незабаром, після розвитку крил, близько 330 млн. років тому, відбувся вибух видоутворення комах, що зафіксовано в палеонтологічному літописі, який засвідчив також поширення комах у нові місця перебування. Сьогодні комахи, за винятком океану, населяють практично всі основні екосистеми на планеті (включаючи Антарктиду).

Дослідження інших авторів на інших видах комах помірних кліматичних зон планети підтвердили даний висновок. Однак подібний еволюційний консерватизм простежується не завжди, тому був зроблений висновок, що посилене видоутворення відбувається в основному в тропічних зонах. Крім того, еволюційні зміни характерні для ендемічних видів.

Клас комах нараховує не менш 32 рядів, але тільки 4 з них – домінуючі. До них відносяться: 1) Жорсткокрилі (Coleoptera) – 370000 відомих видів, або 40% усіх комах й 10% усіх тварин; 2). Лускокрилі (Lepidoptera) – більше

130000 відомих видів, друга за чисельністю група; 3) Двокрилі (Diptera) – 120000 відомих видів; і 4) Перетинчастокрилі (Hymenoptera) – за різними оцінками нараховує 15000–25000 видів. Всі ці чотири ряди включають більше 80% всіх відомих видів комах, інші 28 рядів – тільки близько 20% видів.

Екологи вже давно визнали метеликів як найкращу групу комах для вивчення структури загальної біологічної розмаїтості. Метелики – чудовий «індикатор» різноманіття комах, оскільки вони виділяються розмірами і яскравим забарвленням. Вони були одними з перших ретельно вивчені й каталогізовані, більшість видів було виявлено ще наприкінці вікторіанської епохи; навіть за консервативними оцінками прийнято, що в наш час описано 90% світової фауни метеликів. Використання подібного індикатора дозволяє оцінити рівень глобального біорізноманіття на основі знання співвідношення частки видів метеликів серед всіх інших комах, а також частки видів комах у глобальній чисельності видів. На сьогоднішній день відома світова фауна метеликів нараховує, за різними оцінками, від 14750 до 17500 видів. Розрахунки дозволяють вийти на показник 3627695 видів, які становлять загальне біологічне різноманіття планети.

Надзвичайно високий рівень глобального різноманіття комах побічно підтверджують результати класичних досліджень окремих регіонів планети. Так, аргентинська пустеля Монте має площу 38 мільйонів гектарів. Дослідження ентомологічного біорізноманіття дозволили виявити 17958 видів комах, що належать до 16 родин.

Північний регіон є найбільшим лісовим біомом після тропічних лісів. Його площа становить близько 16.6 млн. км². Незважаючи на те, що північний ліс структурно набагато менш різноманітний, ніж тропічні ліси, північне біорізноманіття комах також вражає. Наприклад, до нашого часу тільки в північній Фінляндії описано як мінімум 4000 видів комах, які харчуються мертвою деревиною.

За наявними в науковій літературі оцінками, фауна комах України на ХХ століття нараховувала від 25 до 35 тис. видів. Діапазон оцінок показника свідчить, що за умов потужної ентомологічної школи, ґрунтова систематизація видового різноманіття комах України досі не проведена, що ускладнює визначення стану агробіорізноманіття. Постає питання, яким чином оцінити стан ентомофауни агроландшафтів, якщо теоретично вона нараховує десятки тисяч видів, які населяють різні складові агроландшафтів? На нашу думку, така оцінка можлива на прикладі репрезентивної вибірки комах, яка, за літературними відомостями, представлена константними та доміантними видами. Ці види наведено в багатьох ентомологічних оглядах, монографіях та довідниках, які було опубліковано за десятки років фауністичних досліджень, проведених у ХХ столітті колективами вітчизняних ентомологів.

З метою отримання репрезентативних вибірок в процесі фауністичних досліджень, згруповано відому ентомофауну агроландшафтів за основними життєвими формами, кожна з яких потребує адекватних методів обліку чисельності, що обумовлено особливостями екології кожного угруповання. За результатами проведених аналітичних досліджень згідно літературних джерел ХХ століття, було складено списки доміантних та константних видів агроландшафтів Лісостепу України за життєвими формами. Багаторічні фауністичні дослідження різних стацій агроландшафтів дозволили встановити наявність або відсутність тих чи інших видів в ентомологічних зборах та порівняти наявне видове біорізноманіття з літературними відомостями.

Сукупність морфологічних, біологічних і фізіологічних властивостей виду комах становить його життєву форму, у який відбиваються найголовніші особливості його екологічної ніші, а також біотичні взаємини з іншими організмами. Згідно існуючою класифікації за життєвими формами комах наземних екосистем поділяють на «геофілів» та «фітофілів». До перших відносяться життєві форми геобіонти та герпетобіонти, до других – хортобіонти та дендробіонти.

Життєві форми та екологічні угруповання комах

Важлива особливість всіх наземних угруповань тварин – велика кількість і різноманітність членистоногих, перш за все комах. Для кожного типу екосистем характерний свій набір видів, серед яких виділяються домінанти – найбільш численні види в біоценозі.

Життєва форма – це історично сформований комплекс біологічних, фізіологічних і морфологічних властивостей виду, що обумовлюють певну реакцію на вплив середовища.

Термін «*життєва форма*» був уведений у науку А. Гумбольдтом у 1806 році. Протягом XIX століття термін застосовувався в ботаніці, а потім одержав і більш широке поширення. Значною популярністю користуються роботи Раункиєра по життєвих формах рослин, а з радянських дослідників – В. В. Алехина, Б. А. Келлера, А. П. Шенникова, И. Г. Серебрякова й багатьох інших. Ботаніки Варминг і Гаморі висловили припущення, що подібні рослинним життєвим формам екологічні угруповання можна виділити й у тварин.

Важливий крок уперед у розробці проблеми життєвих форм були зроблені А. Н. Формозовим, який обґрунтував їх характеристики за певними кількісними показниками – морфологічними, фізіологічними й ін. У своїх працях А. Н. Формозов виходив з того, що вид у величезній мірі несе на собі відбиток середовища, у якій він жив і живе й до якої, як правило, добре адаптований. Звідси виникнення в певних ландшафтах специфічних для них життєвих або біологічних форм, причому в подібних ландшафтах різних материків можуть існувати свої набори форм, до того ж зовні й у своїх звичках досить подібних з першими, хоча й дуже далеких у систематичному відношенні. У становленні біологічних форм більшу роль грає конвергентна еволюція – процес зближення морфологічних, фізіологічних і інших ознак. Цей процес може стосуватися не тільки окремих видів, але й у деякому відношенні цілих фаун або навіть біот. У межах однієї ландшафтної зони, наприклад пустель, зустрічається ряд специфічних життєвих форм тварин, що

по-своєму вирішують завдання адаптації до пустельних ландшафтів, як це було показано А.Н. Формозовим, А.К. Рустамовим і Н.Н. Дроздовим. Конвергентний і паралельний розвиток звичайно спостерігається в родинних форм. Пояснення цьому дав, зокрема, І.І. Шмальгаузен, що писав: «для несхожих організмів середовище ніколи не може бути однаковим, тому що різні організми займають у ній різне положення, тобто самі ставляться до нього по-іншому», отже, не можна очікувати й глибокої подібності в пристосувальних реакціях у таких організмів.

У тварин *життєві форми* – групи таксонів, звичайно в межах одного ряду або близьких рядів, які мають подібними морфоекологічними пристосування для перебування в одному середовищі. Типовим прикладом життєвих форм можуть служити адаптивні екологічні групи ссавців: плаваючі, риючі, бігаючі, стрибучі, літаючі й т.п. Подібні ж групи неодноразово описували у птахів, комах, риб, рептилій, кліщів і інших тварин, так що можна говорити про універсальність явища адаптивного паралелізму тварин, про своєрідне «четвертому правилу» адаптивної еволюції в екології тварин поряд з відомими правилами Бергмана, Аллена й Глогера.

Можливі й інші стратегії перетворення, наприклад відносини тварин з «мікробною ланкою» трофічного ланцюга, розвиток «внутрішніх трофічних ланцюгів» у жуйних, моллюсків, коралових поліпів і багатьох інших тварин, що на початковому етапі трофічної дивергенції пов'язане з утворенням життєвих форм.

Ці й інші зміни, які спостерігаються при виділенні життєвих форм, не тільки дозволяють організмам освоїти нові харчові ресурси, уникнути несприятливих абіотичних впливів, зайняти вільне від ворогів і конкурентів екологічний простір, але й приводять до ускладнення структурованості біогеоценозів і біосфери в цілому.

Екологічне значення комах віддзеркалюється через структуру їх життєвих форм. Отже, життєва форма – це комплекс біологічних, фізіологічних і морфологічних властивостей виду, що обумовлюють певну

реакцію на дію середовища. Зовнішньо життєва форма характеризується загальними рисами адаптації до специфіки місця проживання, схожістю основних морфологічних ознак і ознак поведінки.

Наземні мешканці мають наступні категорії *життєвих форм*.

Геобіонти – мешканці ґрунту, які підрозділяються на:

різобіонти – тварини, пов'язані з корінням;

сапробіонти – мешканці органічних речовин, що розкладаються;

копробіонти – безхребетні – мешканці гною;

ботробіонти – мешканці нір;

планофіли – тварини, яким властиве часте переміщення.

Епігеобіонти – безхребетні тварини, які тримаються на більш менш відкритих ділянках поверхні ґрунту.

У свою чергу, залежно від ґрунту, на якому мешкають тварини, їх підрозділяють на:

псамобіонти – тварини, пристосовані до життя на піщаному субстраті;

петробіонти – мешканці кам'янистих ділянок;

галобіонти – жителі засоленних ділянок ґрунту.

Герпетобіонти – безхребетні тваринні мешканці рослинних і інших органічних залишків на поверхні ґрунту. Мешканці лісової підстилки зазвичай називаються стратобіонтами.

Хортобіонти – мешканці трав'яного покриву. Залежно від місця їх проживання вони підрозділяються на:

ектобіонти – тварини, що мешкають на поверхні рослин;

ендобіонти – мешканці товщі листя, стебел, бутонів, галлів.

Тамнобіонти – мешканці чагарників.

Дендробіонти – мешканці дерев.

Тамно- і дендробіонтів часто об'єднують в одну життєву форму дендробіонти.

Ксилобіонти – мешканці мертвої деревини.

Вивчення життєвої форми має велике значення для вирішення низки теоретичних і практичних питань, зокрема про особливості впливу середовища та напрями пристосувальних змін організмів під час інтродукції і акліматизації.

Біорізноманіття комах-геобіонтів

Серед усього різноманіття ентомофауни значну роль відіграють ґрунтові комахи (геобіонти). *Геобіонти* – організми, що мешкають в землі, ґрунті та підґрунті постійно або певний проміжок життєвого циклу. В ґрунті мешкає велика кількість видів комах. Деякі групи комах настільки тісно пов'язані з ґрунтом, що майже не з'являються на її поверхні. Багато видів комах живуть в ґрунті тільки в окремі періоди онтогенезу, або в окремі сезони. У комах деяких видів в ґрунті проходить лише ембріональний розвиток: наприклад, у саранових (Acrididae), цвіркунів (Grylloidea) та коників (Tettigoniidae).

Комахи багатьох видів проводять в ґрунті личинковий, а комахи з повним перетворенням і лялечковий періоди. Із комах з неповним перетворенням можна назвати в якості прикладу капустянку (*Gryllotalpa gryllotalpa* L.), цикад родини Cicadidae. Із комах з повним перетворенням – багато видів імаго турунів (Carabidae), стафілінід (Staphylinidae), коваликів (Elateridae), чорнишів (Tenebrionidae), пластинчастовусих (Scarabaeidae), листоїдів (Crysomelidae) групи *Sagrinae*, деякі види жуків-вусачів (Cerambycidae), довгоносиків (Curculionidae), із двокрилих – види родин Bibionidae, Tipulidae, Stratiomyidae, Tabanidae, Asilidae, Therevidae; із метеликів – види підродини Agrotinae; із перетинчастокрилих в ґрунтових нірках розвиваються бджолинні з родів *Apodea*, *Sphecodea* та ін. Серед цих комах деякі види відкладають яйця на поверхні ґрунту або на рослинах, а їх личинки переходять в ґрунт або зразу ж після відродження з яєць (до харчування), як в бульбочкових довгоносиків (*Sitona sp.*), або спочатку

харчуються на надземних частинах рослин, а потім після першої та другої линьки ідуть в ґрунт, як гусениці озимої совки (*Agrotis segetum* Schiff.).

Личинки та гусениці багатьох комах зариваються в ґрунт, вже після завершення харчування на поверхні ґрунту і проводять там лише передпупальну фазу та фазу лялечки; такими є багато двокрилих із родин Cecydomyidae, Muscidae, Larvivoridae, Phasiidae та ін.

Кількість комах в ґрунті дуже значна, про що свідчать наукові дослідження ґрунтової фауни. Так, наприклад, за даними М.С. Гилярова, в середньому на 1 м² ґрунту приходиться від декількох десятків до декількох сот безхребетних.

На комах, що мешкають в ґрунті значно впливає структура ґрунту, від якої залежить її тепловий, повітряний та водний режими, хімічний склад, а також рельєф. Вплив ґрунту на комах як середовище існування тісно пов'язаний з його трьохфазністю: наявність структурних гранул різного розміру, повітря, що заповнює проміжки між цими гранулами та вода.

Вплив комах на ґрунт дуже значний, він визначається їх живленням та риючою здатністю. Рухаючись в ґрунті, комахи здійснюють вплив на його аерацію, структуру, тощо. Комахи можуть перемішувати ґрунт, виносити його частинки з більш глибоких шарів у верхні горизонти, та навпаки, заносити їх вглиб.

Як зазначалося вище багато ґрунтових комах є виключно сапрофагами або капрофагами, для більшості інших також властиве часткове живлення органічними рештками. Комахи сапрофаги, капрофаги та некрофаги прискорюють руйнування органічних решток та позитивно впливають на процеси гуміфікації ґрунту, збагачують його легкозасвоюваними для рослин речовинами.

Результати досліджень А.В. Зражевського показують, що в Лісостепу і Степу опале листя дерев перетворюється в гуміфіковану масу майже виключно личинками двокрилих комах – видами родів *Bibio* Geoffr., *Neosciaria* Pett., *Scatopse* Geoffr. та ін. Личинки *N. modesta* Staeg. у дерев 8-ми порід

повністю перетворюють листя в пиленеподібну гуміфіковану речовину і в дерев 10-ти порід – листя з'їдають наполовину. В екскрементах личинок, що харчувалися опалим листям гостролистого клену, міститься близько 10 мг аміаку та 8 мг нітратів на 100 г сухої речовини. В гуміфікованій масі, в яку личинки перетворюють опале листя, відмічено значну прибавку азоту в порівнянні з вмістом його в опалому листі.

Результати спостережень ряду вчених, а також спеціальних лабораторних досліджень підтверджують, що при відсутності ґрунтових безхребетних накопичення гумусних речовин не відбувається.

Біорізноманіття комах-геобіонтів за аналізом літературних джерел становить 107 видів з 6 рядів і 13 родин. Екологічний аналіз ентомофауни засвідчує (табл. 4), що найбільшу кількість родин має ряд Coleoptera (8), що становить 93,38% від загалу, де домінуючими є види родини Carabidae: *Pterostichus vernalis* Panzer, *Harpalus distinguendus* Duft., *Broscus cephalotes* L., *Amara similata* Gyllenhal, *A. aenea* Degeer, *A. familiaris* Duft., *Calathus erratus* Sahlb., *Bembidion properans* Steph., *Harpalus luteicornis* Duft., що становить 31,48% від загалу, та родини Curculionidae: *Otiorrhynchus ligustici* L., *Sitona crinitus* Hrbst., *S. humeralis* Steph., *S. lineatus* L., *S. longulus* Gyll., *S. puncticollis* Steph., що становить 27, 77%. Ряди Dermoptera і Homoptera – по 2 родини, що становить 5,6%, а Isoptera, Orthoptera мають по 1-й родині. Найбільш чисельними за видами родини Curculionidae, Carabidae і Scarabaeidae: 32, 27, 18 види, відповідно. Це пояснюється тим, що у личинок цих видів середовищем існування є ґрунт, де вони проводять досить значний проміжок життєвого циклу – від 2 до 4,5 років, аж до виходу імаго. Родини Termitidae, Gryllotalpidae, Alleculidae і Tipulidae представлені по 1-му виду (див. табл. 4).

Таксономічна структура біорізноманіття комах-геобіонтів

№ п/п	Ряд	Родина	Види	
			кількість	(%)
1	Терміти (Isoptera)	Термітові (Termitidae)	1	0,93
2	Прямокрилі (Orthoptera)	Вовчкові (Gryllotalpidae)	1	0,93
3	Шкірястокрилі (Dermaptera)	Щипавкові (Forficulidae)	2	1,87
4	Рівнокрилі хоботні (Homoptera)	Циксіди (Cixiidae)	2	1,87
5	Твердокрилі або жуки (Coleoptera)	Туруни (Carabidae)	27	25,23
		Пластинчастовусі (Scarabaeidae)	18	16,82
		Коваликові (Elateridae)	11	10,21
		Пилкоїдові (Alleculidae)	1	0,93
		Чорнишеві (Tenebrionidae)	7	6,54
		Листоїди (Chrysomelidae)	2	1,87
		Довгоносики (Curculionidae)	32	29,91
	Мертвоїдові (Silphidae)	2	1,87	
6	Двокрилі (Diptera)	Комарі-довгоноги (Tipulidae)	1	0,93
Всього	6	13	107	100

Біорізноманіття комах-герпетобіонтів

На початок XXI століття видове біорізноманіття комах-герпетобіонтів становило 470 видів.

Таксономічний аналіз результатів аналітичних досліджень наведено в табл. 5. Як видно з наведених даних, різноманіття комах складається з 5 рядів, які включають 30 родин. Найбільша кількість родин в рядах: Coleoptera – 17 та Hemiptera – 7.

Таксономічна структура ентомологічного біорізноманіття герпетобіонтів

№ п/п	Ряд	Родина	Види	
			кількість	(%)
1	Твердокрилі або жуки (Coleoptera)	Туруни (Carabidae)	126	26,8
		Пластинчастовусі (Scarabaeidae)	9	1,9
		Коваликові (Elateridae)	15	3,1
		Листоїди (Chrysomelidae)	15	3,1
		Довгоносики (Curculionidae)	231	49,1
		Сховники (Lathridiidae)	1	0,2
		Мертвоїди (Silphidae)	11	2,3
		Горбатки (Mordellidae)	2	0,4
		Насіннеїди (Arionidae)	1	0,2
		Стрибуні (Cicindelidae)	4	0,8
		Стафілінові (Staphylinidae)	18	3,8
		Лептинові (Leptinidae)	1	0,2
		Бистрянкові (Anthicidae)	2	0,4
2	Напівтвердокрилі (Hemiptera)	Карапузикові (Histeridae)	3	0,6
		Чорнишеві (Tenebrionidae)	8	1,7
		Шкіроїдові (Dermestidae)	1	0,2
		Вусачі (Cerambycidae)	1	0,2
		Сліпняки (Miridae)	2	0,4
		Булавникові (Rhopalidae)	1	0,2

Продовж. табл. 5

2	Напівтвердокрилі (Hemiptera)	Червоноклопові (Pyrrhocoridae)	1	0,2
		Крайовикові (Coreidae)	3	0,6
		Щитники земляні (Cydnidae)	1	0,2
		Клопи-мисливці (Nabidae)	1	0,2
		Лігееві (Lygaeidae)	1	0,2
3	Прямокрилі (Orthoptera)	Коникові (Tettigonidae)	2	0,4
		Акридові (Acrididae)	1	0,2
		Цвіркунові (Gryllidae)	3	0,6
4	Перетинчастокрилі (Hymenoptera)	Риючі оси (Sphecidae)	1	0,2
		Мурахи (Formicidae)	2	0,4
5	Шкірястокрилі (Dermatoptera)	Щипавкові (Forficulidae)	2	0,4
Всього	5	30	470	100

Щодо кількісного розподілу комах за родинами, то найбільша кількість видів у родинях Curculionidae – 231; Carabidae – 126, Staphylinidae – 18, Elateridae і Chrysomelidae – по 15. На ці родини припадає 85,9 % всіх видів ентомологічного різноманіття герпетобіонтів.

Структуру видової насиченості різних рядів комах-герпетобіонтів наведена на рис. 9.

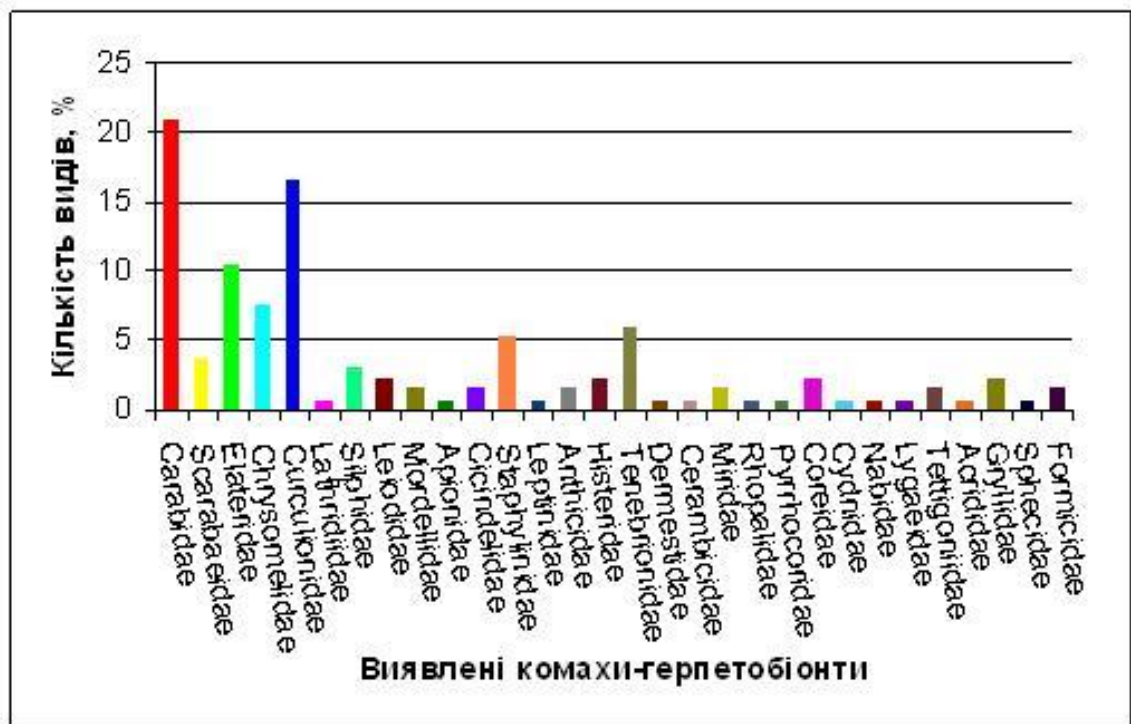


Рис. 9 Видова насиченість рядів комах-герпетобіонтів

Біорізноманіття комах-фітофагів життєвої форми хортобіонти

Відома чисельність ентомологічного біорізноманіття хортобіонтів – мешканців товщі трав’янистого покриття, який утворено злаками, становить 173 види (табл. 6), складається з 7 рядів, які включають в себе 42 родини. За кількістю родин в рядах переважає ряд Homoptera (11 родин). Найменш рясний за родинами ряд Thysanoptera (2 родини). Слід відмітити також насиченість родинами ряду Lepidoptera (10 родин). За рясністю видів рівень домінування різних рядів суттєво відрізняється.

Так, ряд Lepidoptera нараховує 47 видів, Homoptera – 39 видів. Найменш рясним є ряд Hymenoptera – всього 7 видів комах із 2 родин. Ряд Thysanoptera нараховує всього 2 родини, але вони включають в себе 30 видів (див. табл. 6)

Таксономічний аналіз біорізноманіття комах-хортобійців

Ряд	Родини	Види	
		кількість	(%)
Рівнокрилі – Homoptera	Циксієві – Cixidae	2	1,2
	Свинушкові – Delphacidae	5	2,8
	Тетігометридові – Tettigometridae	1	0,6
	Пінянкові – Cercopidae	1	0,6
	Цикадкові – Cicadellidae	14	8,1
	Пемфігові – Pemphigidae	2	1,2
	Аноецієдові – Anoeciidae	1	0,6
	Хайтофорові – Chaitophoridae	2	1,2
	Афідієдові – Aphididae	6	3,5
	Червецеві – Pseudococcidae	4	2,3
	Кокциєдові – Coccidae	1	0,6
Напівтвердокрилі – Hemiptera	Сліпнякові – Miridae	5	2,8
	Булавникові – Rhopalidae	1	0,6
	Червоноклопові – Pyrrhocoridae	1	0,6
	Черепашкові – Scutelleridae	4	2,3
	Щитники – Pentatomidae	3	1,7
Торочкуватокрилі – Thysanoptera	Трипсові – Thripidae	28	16,2
	Трипси трубкохвості – Phloeothripidae	2	1,2
Жорсткокрилі – Coleoptera	Листоїди – Chrysomelidae	6	3,5
	Довгоносики – Curculionidae	4	2,3
	Пилкоїдові – Alleculidae	5	2,8
	Горбатки – Mordellidae	1	0,6
	Майкові – Meloidae	2	1,2
Лускокрилі – Lepidoptera	Мішечниці (Психіди) – Psychidae	3	1,7
	Злакові стеблові моли – Ochsenheimetiidae	3	1,7
	Листовійки – Tortricidae	2	1,2
	Гліпфітерігиди – Glyphipterigidae	1	0,6
	Злакові моли - мінери – Elachistidae	9	5,2
	Справжні вогнівки – Pyralidae	2	1,2

Продовж. табл. 6

Лускокрилі – Lepidoptera	Вузькокрилі вогнівки – Phycitidae	1	0,6
	Ширококрилі вогнівки – Pyraustidae	3	1,7
	Вогнівки трав'янки – Crambidae	8	4,6
	Совки – Noctuidae	15	8,7
Перетинчастокрилі – Hymenoptera	Стеблові пильщики – Cephalidae	1	0,6
	Тентреденіди або справжні пильщики – Tentredinidae	3	1,7
	Євротоміди – Eurytomidae	3	1,7
Двокрилі – Diptera	Галиці – Cecidomyiidae	3	1,7
	Мінуючі мухи – Agromyzidae	4	2,3
	Опомізидові – Opomyzidae	2	1,2
	Мухи береговушки – Ephydriidae	1	0,6
	Зеленоочкові – Chloropidae	5	2,8
	Сновигові – Anthomyiidae	3	1,7
Всього	42	173	≈100

Біорізноманіття комах-дендробіонтів

За результатами аналітичних досліджень встановлено, що домінантна та константна ентомофауна деревних та чагарникових насаджень агроландшафтів на початок XXI століття становить 854 види (табл. 7)

Таксономічно різноманіття ентомофауни складається з 13 рядів, які включають 136 родин. Найбільшу кількість родин мають ряди: Lepidoptera – 39, Coleoptera – 31, Hymenoptera – 15, Homoptera – 14.

Таблиця 7

Таксономічна структура ентомологічного біорізноманіття дендробіонтів

Ряд	Родини		Види	
	кількість	(%)	кількість	(%)
Orthoptera	2	1,5	3	0,4
Homoptera	14	10,3	88	10,3
Hemiptera	12	8,8	44	5,2

Продовж. табл. 7

Thysanoptera	1	0,7	7	0,8
Coleoptera	31	22,8	368	43,1
Lepidoptera	39	28,7	205	24,0
Hymenoptera	15	11,0	78	9,1
Diptera	17	12,5	56	6,6
Mecoptera	1	0,7	1	0,1
Blattodea	1	0,7	1	0,1
Neuroptera	1	0,7	1	0,1
Dermaptera	1	0,7	1	0,1
Raphidioptera	1	0,7	1	0,1
Всього:	136	≈ 100	854	≈ 100

Щодо видової насиченості родин, то найбільшу кількість видів мають родини: Iridae – 65, Curculionidae – 63, Cerambycidae – 51, Tenthredinidae – 40, Chrysomelidae – 39, Vuprestidae – 38. На ці родини припадає 34,8 % всіх видів ентомологічного різноманіття (табл. 8).

Таблиця 8

Видова насиченість родин комах-дендробіонтів

Ряд	Родини	Види	
		кількість	(%)
Orthoptera	Gryllotalpidae	1	0,1
	Acrididae	2	0,2
Homoptera	Cicadidae	1	0,1
	Cicadellidae	7	0,8
	Membracidae	2	0,2
	Aphrophoridae	4	0,5
	Aleyrodidae	2	0,2
	Adelgidae	13	1,5
	Aphididae	27	3,2
	Lachnidae	6	0,7
	Coccidae	9	1,1
	Eriococcidae	4	0,5
	Kermesidae	2	0,2
	Asterolecaniidae	2	0,2
	Diaspididae	8	0,9
	Psyllidae	1	0,1

Hemiptera	Tingidae	2	0,2
	Pyrrhocoridae	1	0,1
	Miridae	10	1,2
	Coreidae	3	0,3
	Aradidae	1	0,2
	Cydnidae	3	0,3
	Pentatomidae	16	1,9
	Rhopalidae	2	0,2
	Coptosomidae	1	0,1
	Scutellaridae	2	0,2
	Lygaeidae	2	0,2
	Reduviidae	2	0,2
Thysanoptera	Thripidae	7	0,8
Coleoptera	Scarabaeidae	17	2,0
	Lymexylidae	3	0,3
	Coccinellidae	13	1,5
	Anobiidae	4	0,4
	Cantharidae	5	0,5
	Bostrichidae	3	0,3
	Mordellidae	3	0,3
	Lyctidae	1	0,1
	Malachiidae	3	0,3
	Elateridae	19	2,2
	Buprestidae	38	4,4
	Byturidae	1	0,1
	Oedemeridae	4	0,5
	Meloidae	1	0,1
	Cerambycidae	51	6,0
	Chrysomelidae	39	4,7
	Attelabidae	9	1,1
	Curculionidae	63	7,4
	Ipidae	65	7,6
	Platypodidae	1	0,1
	Nitidulidae	1	0,1
	Silphidae	1	0,1
	Ptinidae	1	0,1
	Cleridae	1	0,1
	Carabidae	13	1,5
	Lagriidae	1	0,1
	Tenebrionidae	2	0,2
Phalacridae	2	0,2	

Coleoptera	Byrrhidae	1	0,1
	Bruchidae	1	0,1
	Anthicidae	1	0,1
Lepidoptera	Incurvariidae	3	0,3
	Hesperiidae	2	0,2
	Eriocraniidae	1	0,1
	Tischeriidae	1	0,1
	Adelidae	4	0,5
	Cossidae	1	0,1
	Plutellidae	6	0,7
	Pterophoridae	2	0,2
	Chimabachidae	1	0,1
	Oecophoridae	2	0,2
	Argyresthiidae	4	0,4
	Cemiostomidae	1	0,1
	Hyponomeutidae	1	0,1
	Gracillariidae	9	1,1
	Yponomeutidae	7	0,8
	Sesiidae	10	1,2
	Tortricidae	26	3,0
	Lycaenidae	1	0,1
	Carposinidae	1	0,1
	Phycitidae	9	1,1
	Pieridae	2	0,2
	Notodontidae	10	1,2
	Eupterotidae	1	0,1
	Geometridae	36	4,2
	Drepanidae	2	0,2
	Lasiocampidae	3	0,3
	Lymantriidae	8	0,9
	Zygaenidae	2	0,2
	Nymphalidae	3	0,3
	Noctuidae	28	3,3
	Arctiidae	1	0,1
	Gelechiidae	5	0,6
	Hepialidae	1	0,1
	Satyridae	1	0,1
	Crambidae	2	0,2
	Pyralidae	3	0,3
Syntomiidae	1	0,1	
Glyphipterygidae	1	0,1	
Ethmiidae	1	0,1	

Hymenoptera	Siricidae	4	0,5
	Xiphydriidae	3	0,3
	Cepidae	2	0,2
	Sphecidae	1	0,1
	Pamphilidae	4	0,5
	Cimbicidae	3	0,3
	Megachilidae	1	0,1
	Formicidae	1	0,1
	Argidae	3	0,3
	Diprionidae	4	0,5
	Tenthredinidae	40	4,7
	Cynipidae	7	0,8
	Anthophoridae	3	0,3
	Chalcididae	1	0,1
	Apidae	1	0,1
Diptera	Cecidomyiidae	24	2,8
	Lonchaeidae	2	0,2
	Agromyzidae	8	0,9
	Syrphyidae	4	0,5
	Asilidae	3	0,3
	Bombyliidae	1	0,1
	Tabanidae	1	0,1
	Tachinidae	1	0,1
	Phoridae	1	0,1
	Anthomyiidae	1	0,1
	Ulidiidae	1	0,1
	Tephritidae	4	0,5
	Tanypezidae	1	0,1
	Scatophagidae	1	0,1
	Opomyzidae	1	0,1
	Xylophagidae	1	0,1
	Bibionidae	1	0,1
Mecoptera	Panorpidae	1	0,1
Blattodea	Blattellidae	1	0,1
Neuroptera	Chrysopidae	1	0,1
Dermaptera	Forficulidae	1	0,1
Raphidioptera	Raphidiidae	1	0,1
Всього	136	854	≈ 100

В результаті досліджень біорізноманіття ентомофауни України визначено і проаналізовано стан та зроблено підрахунки за різними життєвими

формами комах. Визначено, що в агроландшафтах України нараховується 1604 видів комах із 31 ряду і 221 родини.

За життєвими формами комахи розподіляються таким чином: геобіонти – 107 із 5 рядів і 13 родин. Герпетобіонти – 470 із 6 рядів і 30 родин. Хортобіонти – 173 види із 7 рядів і 42 родин. Дендробіонти – 854 із 13 рядів і 136 родин (табл. 9).

Таблиця 9

Кількісний аналіз ентомологічного біорізноманіття в розрізі ряд, родина, вид за життєвими формами

Життєві форми ентомологічного біорізноманіття	Ряди	Родини	Види
Геобіонти	5	13	107
Герпетобіонти	6	30	470
Хортобіонти	7	42	173
Дендробіонти	13	136	854
Всього	31	221	1604

ЖИВЛЕННЯ ТА ЕКОЛОГІЧНІ НІШІ ЕНТОМОЛОГІЧНОГО БІОРІЗНОМАНІТТЯ

Виміри екологічних ніш комах

З абіотичних чинників велике значення для комах мають температура, вологість і опади, світло, вітер – основні елементи клімату тої чи іншої місцевості або мікроклімату тих або інших місць перебування. Крім фізичних елементів середовища, до важливих чинників, що впливають на комах, особливо безпосередньо пов'язаних із ґрунтом, є ґрунтові умови. З біотичних чинників дуже важливий у житті комах – їжа. Крім того, до найважливіших чинників біотичного середовища комах відноситься симбіоз, коменсалізм, паразитизм, хижацтво, конкуренція, взаємини з рослинами.

Антропогенні чинники – є надзвичайно потужними, тим більше, що ця діяльність може бути свідомо спрямована на знищення шкідливих для людини видів, або на створення умов, сприятливих для розвитку й розмноження корисних видів.

Трофічні зв'язки комах. Трофічні зв'язки тварин із середовищем були оцінені як найважливіший екологічний чинник ще Форбсом. Він писав, що «...без сумніву із всіх властивостей середовища, що оточує індивід, жодне не впливає на нього настільки сильно, різноманітно й так глибоко, як елементи його їжі. Навіть клімат, сезон, ґрунт і неорганічне середовище впливають звичайно на тварину через їжу безпосередньо». Їжа необхідна комахам для збільшення розмірів тіла при онтогенезі, для розвитку і дозрівання статевих продуктів і для поповнення енергетичних витрат при життєдіяльності.

Кохам, що живляться тільки рослинами, називають *фітофагами*, що живляться тільки тваринами – *зоофагами*, що живляться рослинними речовинами, які розкладаються – *сапрофагами*, що живляться на трупах тварин – *некрофагами* й тих, які живляться гноєм – *капрофагами*.

Між зоофагією, фітофагією, сапрофагією і некрофагією у деяких комах немає чіткого розмежування. Так, деякі коники (*Decticus albifrons* F. і

Tettigonia caudata Charp.) як правило рослиноїдні, але іноді охоче живляться і різними комахами. *Oreasobia fedtschenkoi* Sauss. живляться й на живих рослинах, і на рослинних залишках, що розкладаються, а також поїдають мертвих комах і хробаків. Багато із рослиноїдних гусениць метеликів мають здатність до канібалізму. Отже, поділ комах за характером живлення на вище названі групи більш-менш відносний, і ступінь специфічності живлення в різних видів комах різна. Значну роль у живленні комах відіграють білкові речовини їжі, оскільки склад різних білків і харчова цінність складових амінокислот досить різноманітні, тому в першу чергу від білкового живлення залежать особливості росту й розмноження. Ступінь повноцінності їжі перебуває також у великій залежності від енергетичних ресурсів харчових речовин.

За характером живлення комах розділяють на *монофагів*, що харчуються однорідною їжею, *олігофагів* – джерело харчування більш широке та *поліфагів*, здатних харчуватися різнорідною їжею.

Цвейгельт одним з перших обґрунтував хід еволюції харчування комах, що йде від поліфагії, через олігофагію до монофагії.

Теоретично обґрунтовано декілька шляхів еволюції спектра живлення комах:

1. Оліго- або поліфаги набувають більш вузьку спеціалізацію за рахунок звуження рослин-живлення.

2. Комахи переходять на нові об'єкти живлення з втратою зв'язків з традиційними рослинами-живителями.

3. Розширення рослин-живлення за рахунок включення нових об'єктів та збереження старих. Це один із шляхів виживання виду в екологічних умовах, які змінюються. Звичайний буряковий довгоносик до поширення культури цукрових буряків в Україні живився бур'янами з родини лободових та гречкових. Клоп шкідлива черепашка був аборигеном цілинного Степу України, з розвитком сільськогосподарського виробництва, який супроводжувався зростанням ступеню розораності степу, фітофаг перейшов

на харчування зерновими колосовими.

Багатоїдність комах у більшості випадків обмежена. Однак зустрічаються комахи, здатні поглинати всілякі органічні речовини, аж до власних екскрементів (деякі терміти, зокрема *Acanthotermes turkestanicus* Jakob.), таких комах називають *всеїдними*. Багатоїдністю відрізняються багато саранових (Acridodea), гусениці озимої совки, які поїдають різні рослини, паразит-яйцеїд *Trichogramma evanescens* Westw., який заражає яйця різних метеликів, багато хижих жужелиць (Carabidae), які поїдають різних комах, хробаків і молюсків.

Їжа, не властива тому або іншому виду комах, може іноді поїдатися вимушено, при відсутності або нестачі оптимальної їжі. Так, наприклад, личинки азіатської сарани (*Locusta migratoria* L.) лише при відсутності іншої їжі поїдають горох. Паразитична муха (*Ernestia consobrina* Mgn.), яка уражає гусениць різних совок (Noctuidae), при їх відсутності може уражати й метеликів деяких інших родин. Прикладом впливу якості їжі на плодючість можна вказати на совку карадрину (*Laphygma exigua* Hb.).

У багатьох двокрилих, у комарів (Culicidae), москітів (роду *Phlebotomus* Rd.), мошок (Simuliidae) виявлене особливе явище, що одержало назву гонотрофічного циклу, сутність якого полягає в тому, що розвиток яєць знаходиться в строгій відповідності з харчуванням самиць.

Залежність тривалості розвитку комах від кількості і якості їжі встановлена для багатьох видів. В той же час відомо, що не всяка зміна хімічного складу їжі обов'язково повинна відбитися на швидкості онтогенезу будь-якого виду комах.

Пошуки необхідної або найбільш підходящих рослин-живлення змушують комах розподілятися на території відповідно до розподілу кормових ресурсів і займати в біотопах різні екологічні ніші. Плямисте розселення видів комах по території в дуже значній мірі пов'язане з характером ланцюгів і циклів живлення. Певні рослини приваблюють певні види комах, що харчуються ними, а останні у свою чергу – своїх паразитів і хижаків. Гній, в

якому розкладаються рослинні речовини, трупи тварин і т.д. мають свою специфічну фауну комах. У деяких випадках переселення комах, пов'язані з харчовими потребами, носять правильний сезонний характер, особливо чітко це виражено в багатьох попелиць.

Харчування личинок комах в окремих випадках може впливати й на стать майбутньої дорослої фази.

У багатьох комах відоме явище географічної мінливості в характері їжі. Географічна мінливість у характері харчування дозволяє комасі ширше розселитися, що є пристосуванням до умов різного середовища. Звичайно, географічна мінливість може зустрічатися лише в еврібіонтних видів.

У деяких видів комах форми забезпечення потомства їжею приймають складний характер. Створення запасів їжі страхує личинок від голодування й відмирання та від витрат енергії на пошук їжі.

Залежність комах від температури. Комахи належать до пойкилотермних тварин – температура їх тіла залежить від температури середовища мешкання, а здатність до терморегуляції обмежена. Тому серед абіотичних чинників екологічної ніші комах температура є одним із головних чинників. Регуляція температури тіла у комах здійснюється в основному шляхом змін інтенсивності поглинання кисню й випаровування води. Інтенсивність дихання з підвищенням температури зростає. Згідно А. Крога, лялечки великого борошняного хрущака (*Tenebrio molitor* L.) на 1 г маси споживають за 1 год при 10°C 45 мм³ кисню, при 20°C – 199, при 30°C – 495, а при 32,5°C – 592 мм³. За даними Г.А. Пантюхова, яйця кільчастого шовкопряда (*Malacosoma neustria* L.) за температури 3°C на 1 г ваги споживають 2,7 мм³ кисню, при 5°C – 1,4 і при 11°C – 0,53 мм³; лялечки ільмового ногохвоста (*Exaereta ulmi* Schiff.) при тих же температурах споживають відповідно 3,8, 2,2 і 0,73 мм³ кисню на 1 г їх маси. Відповідно до роботи М. Нехелеса зміни поглинання кисню й випаровування води в чорного таргана (*Blatta orientalis* L.) гальмують зниження температури тіла при температурі навколишнього

середовища нижче 13°C і її підвищення при навколишній температурі вище 25°C.

Жуки чорниші (Tenebrionidae) роду *Adesmia* Fisch.-Wald. на сонці мають у живому стані температуру тіла на 2–9°C нижче, ніж мертві. Завдяки випаровуванню з поверхні тіла й через стигми при диханні у гусені бавовняної совки (*Chloridea obsoleta* F.) температура тіла під впливом сонячної радіації в 1–1,2 калорії на 1 дм² поверхні піднімається не більше ніж на 5–8°C.

За спостереженням Бахметьєва, швидкий рух крил соснового бражника (*Sphinx pinastri* L.) підвищувало температуру його тіла на 10,7°C. Згідно В.В. Никольської, Н.П. Наумова, температура тіла азіатської сарани (*Locusta migratoria* L.) при температурі повітря 17–20°C у стані спокою приблизно дорівнює температурі повітря, у польоті ж піднімається до рівня 30–37°C.

Інтенсивність теплообміну комах із середовищем перебуває також у зв'язку з їхньою величиною, формою, структурою й фарбуванням їхнього тіла. Ці ознаки, безсумнівно, якоюсь мірою склалися в них залежно від температурних умов середовища, у яких вони живуть.

Загальновідомо, що темні кольори мають більшу здатність до поглинання сонячного тепла, чим світлі. У зв'язку із цим у комах, що живуть у високогірних і арктичних регіонах, переважає чорний колір тіла. Як доведено експериментально середньоазіатська світла форма озимої совки (*Agrotis segetum* var. *pallida* Stgr.) може бути отримана при розвитку цієї комахи в умовах високої температури й малої вологості; навпаки велика темна сибірська форма цього метелика (*A. segetum* var. *glaucina* Kozh.) відроджується при утриманні комахи при зниженій температурі. У північних границях ареалу поширена світлокрила форма метелика (*Acronicta lutea* var. *leucoptera* Vtl.).

В ентомологічній літературі є дуже багато відомостей про вплив температури на забарвлення комах, особливо на пігментацію метеликів, які вийшли з лялечок і втримувалися при різному температурному режимі. Ч. Елтон досконало досліджував умови розвитку темних пігментів у клопа

(*Pyrrhocoris apterus* L.) і показав, що вплив температури на колір комахи обумовлено змінами метаболізму.

Особливості середовища, до якої пристосоване життя диморфних комах у різні сезони, аж ніяк не обмежується тільки температурою. Як встановлено, навіть при одній і тій же температурі 26°C гусениць, що виховували цілодобово при світлі дають тільки літню форму, а за освітлення 9 год. на добу – тільки весняну форму. При вихованні гусениць у темряві 77,6% лялечок впадають в діапаузу й дають рудих метеликів, а 22,4% розвиваються без діапаузи й дають метеликів чорних. Таким чином абіотичні чинники впливають на розвиток комах сукупно.

Є дані, що різна температура може викликати зміни у величині окремих частин тіла, наприклад, відносної довжини крил у бджіл, мухи *Drosophila virilis* Sturt., жука великого борошняного хрущака (*Tenebrio molitor* L.). Розвиток за температурних умов, що різко відрізняються, може вплинути на біологію розвитку у деяких комах, наприклад, *Melanoplus mexicanus* Sauss. линяють при температурі 22–27°C 6 разів, а при температурі 33–37°C – 5 разів.

Пристосування комах до температури середовища часто обумовлено їх адаптивною поведінкою, що суттєво збільшує адаптивний потенціал організму. Надлишковий метаморфоз із наявністю стадії несправжньої лялечки тут легко може бути пояснений, як адаптивне до зимових низьких температур явище.

При температурах середовища, що перевищують оптимальну, багато комах переміщуються в більше прохолодні місця, наприклад, при високій температурі жуки (*Hylobius abietis* L.) ідуть із освітленої частини лісових вирубок на більш прохолодну, неосвітлену, ховаються в мох й переходять до активного життя після зниження денної жари.

За пропозицією Вільямса, температура, що адаптивна для більшості особин у популяціях, одержала назву термічного преферендума. Вивчення цього питання показало, що термічний преферендум перебуває у великій залежності від умов середовища. Він неоднаковий у різні сезони, у різні

години доби й залежить також від температури, при якій розвивався цей вид раніше, отже, і від клімату в різних частинах ареалу.

Згідно Уеллінгтона, гусениці ялинової листокрутки (*Choristoneura fumiferana* Clem.) у Канаді активні при температурі їхнього тіла не вище 38°C, причому температура ця звичайно на 11–12°C вище навколишньої.

Температура спричиняє дуже великий, (прямий і непрямий) вплив на всі сторони життя комах. Вона у великій мірі визначає швидкість онтогенезу комах, тривалість життя, плідність, ненажерливість, рухливість і темпи їхньої смертності. Таким чином, від температури навколишнього середовища дуже залежить чисельність популяцій комах і їх поведінка.

Ембріональний й постембріональний розвиток комах і швидкість розвитку їхніх статевих продуктів (яєць і сперми) при більш високих температурах, як правило, прискорюються.

Розвиток комах відбувається у відомих температурних межах; є температури, нижче яких і вище яких розвиток зупиняється. Ці температурні межі звичайно називають нижнім і верхнім порогами розвитку.

Невеликі температурні коливання, у більшості випадків, в незначній кількості прискорюють протікання онтогенезу у комах; це було встановлено, наприклад, для яєць сарани (*Melanoplus atlanis* Rly.), для різних стадій розвитку яблунової плодожерки (*Laspeyresia pomonella* L.). У дослідях Шелфорда прискорення, у порівнянні зі строками розвитку при постійних температурах для яєць плодожерки досягало 7%, для гусениць – 8% і для лялечок – 7%. У дослідях Кука з гусеницями совки (*Chorizagrotis auxiliaris* Grt.) виявилось, що прискорення розвитку залежить і від тривалості впливу окремих температур.

Досліди Людвіга й Кабла виявили, що дія температурних коливань не рівнозначна при різному фізіологічному стані комахи, а також залежить від того, чи відбувається під час розвитку зниження або підвищення температури. Розвиток комах звичайно сповільнюється при коливаннях температури до меж вище оптимальної для розвитку. За Кожанчиковим, у гусениць непарного

(*Porthetria dispar* L.) і дубового (*Aniherea pernyi* Guer.) шовкопрядів зміни температурного режиму стають депресивним фактором розвитку тільки в тому випадку, коли вони призводять до скорочення їжі, що поїдається ними.

Різні популяції багатьох видів комах на ті самі фактори зовнішнього середовища реагують неоднаково, тому діапауза може переривати розвиток деяких із них, тоді як інші популяції за тих самих умов у діапаузу не впадають. Така діапауза одержала назву факультативної. У комплексі умов середовища, які перешкоджають прояву факультативної діапаузи, провідну роль відіграє температура.

Темпи яйцекладки й плідність комах, як правило, зростають при підвищенні температури до певної межі. Іноді ця температурна межа може бути близькою до межі активності комах, за якою вже наступає тепловий стрес. Так, наприклад, у дослідях Шуберта 20 самиць клопа (*Piesma quadratutn* Fieb.) за 10 днів відклали при температурі 10–12°C 136 яєць, при 18–20°C – 352 яйця, при 37–40°C – 764 яйця. Подібні дані отримані і в інших дослідях.

Температурний оптимум життєвості для різних стадій розвитку комах і тим більше для різних видів комах дуже різний. Так, температурний оптимум життєвості для яєць озимої совки (*Agrotis segetum* Schiff.) дорівнює 25,3°C, для гусениць – 22,0°C, для лялечок – 19,0°C. Деякі прямокрилі (Orthoptera) у пустелях Палестини найбільш активні опівдні, коли температура піднімається до 60°C, у той час як деякі попелиці (Aphidodea) рухливі й розмножуються вже при температурі 7,2°C.

Комахи, що живуть у більше північних місцях, більше витривалі до низьких температур, чим комахи південні, а комахи, які зимують відкрито, переносять більш низькі температури в порівнянні з тими, які зимують у більш захищених від морозів місцях.

Різні фази розвитку комах відрізняються холодостійкістю. Значно більша холодостійкість властива тим фазам, які йдуть на зимівлю. Підготовка до зимівлі супроводжується, насамперед, у зменшенні загальної кількості води в тканинах тіла, що призводить до концентрації розчинів речовин, що

перебувають у них, і особливо до зменшення вмісту вільної, не зв'язаної колоїдами вологи. У комах, що йдуть на зимівлю, знижується дихальний коефіцієнт.

Дуже велике значення для холодостійкості комах мають також темпи їхнього охолодження. Чим менша швидкість охолодження, тим вище холодостійкість.

Температурна зона, що лежить між критичною температурою активності і температурою загибелі комахи, називається зоною анабіозу. Стан анабіозу характеризується вповільненням обміну речовин, однак не повним його припиненням. Дослідження холодостійкості комах показали, що більшість комах гине вже на самому початку випадання кристалів льоду в тілі комахи. З іншого боку, серед комах були виявлені й випадки оживання після практично повного замерзання соків їхнього тіла, а отже, і майже повного припинення обміну речовин. Правда, таких видів комах відомо поки що дуже мало.

Адаптації комах до вологості й опадів

У тілі комах, як і всіх живих організмів, утримується велика кількість води, що служить як розчинник для травлення, циркуляції живильних речовин і виносу екскрементів, для регуляції осмотичного тиску. Вода необхідна також для регуляції теплообміну. Процентний вміст води в тілі комах коливається від 46–48% (у імаго комірного довгоносика (*Calandra granaria* L.) до 90–92% (у гусениць *Telea polyphemus* Cram.), до загальної маси тіла.

В умовах дефіциту вологи, що надходить в організм комах ззовні, для забезпечення водного обміну із середовищем у деяких комах важливе значення має використання метаболічної води, що утворюється в результаті окислювання жирів і деяких інших речовин. Вода, яка потрапляє з їжею, утримується в організмі комах тим більше, чим більше її дефіцит в тілі комахи.

У комах, де відсоток води дорівнює 80–92% маси тіла і які харчуються вологою їжею, зв'язано колоїдами тільки 3–9% води.

Поводження й рухливість комах у великій мірі визначаються умовами вологості середовища й опадами. Гігротаксис змушує комах, що живуть на поверхні ґрунту, переміщатися в місця з більш сприятливою вологістю.

Вологість повітря в норах завжди більша, ніж на поверхні ґрунту. Згідно досліджень Шелфорда, личинки жуків-скакунів (*Cicindelidae*) у сухих місцевостях риють нірки глибше, ніж у місцях з більшою вологістю. У пустельних і напівпустельних місцевостях у норах гризунів відзначається досить багата фауна комах. Руда лісова мураха (*Formica rufa* L.) пристосовується до кількості опадів, влаштовуючи мурашники різної висоти.

Опади й вологість впливають на темпи смертності, плідність, строки онтогенезу комах, на їхню рухливість, розподіл по біотопах, утворення спільноти, географічне поширення. При зливових дощах часто гине дуже велика кількість комах. Зимові опади у вигляді дощу, як правило, у холодному і помірному кліматі збільшують смертність багатьох комах. Навпаки, опади у вигляді снігу підвищують виживаність багатьох видів комах.

Вологість повітря й опади значно впливають на розвиток грибних і бактеріальних захворювань комах, що обумовлює опосередковану дію на чисельність останніх. Для багатьох комах відомий вплив вологості середовища на плідність. У *Psophus stridulus* L. і деяких інших видів сибірських саранових вологість середовища підвищує плідність. Квасолевий зерноїд (*Acanthoscelides obtectus* Say.) за відносної вологості нижче 26% взагалі не розмножується.

Для кожної фази кожного виду комах є більш-менш певний оптимум вологості середовища перебування, що, значною мірою залежить від процентного вмісту води в їхньому тілі, при якому забезпечуються найкращі умови метаболізму. Якщо вміст води у тілі комахи за тих або інших умов вище оптимуму, сухе повітря, підвищуючи випаровування, сприяє життєздатності комах, вологе ж, навпаки, – пригнічує.

Дія вологості на комах тісно пов'язана з іншими чинниками, особливо з температурою. Так, при відхиленні температури від оптимальної для даного виду і даної фази розвитку комах, вологість звичайно впливає негативно. Багато дрібних комах із плоским тілом, наприклад, блоха *Xenopsylla cheopsis* Rothsch. або дорослі особини клопа *Oxycarenus hyalinipennis* Costa., при високих температурах майже не реагують на зміну вологості, великі ж комахи реагують більш різко.

Адаптації комах до абіотичних чинників середовища

Відомо, що всі чинники зовнішнього середовища діють на комах сукупно. Так, вечірній літ мармурового хруща розпочинається при певній температурі. Тополева склівка (*Sesia apiformis* Cler.) розподіляється в тополевих насадженнях в різний час дня на різних відстанях від околиці, відповідно до інтенсивності освітлення дерев.

Крім того, виявлено, що температура, якій надає перевагу комах, на світлі й у темряві може відрізнитися на кілька градусів. Так у гусениць китайського дубового шовкопряда активність каталази вище при короткому світловому дні, а активність цитохромоксидази, як і сукцинооксидази, навпаки, підвищується при довгому світловому дні.

Крім різної добової активності, для багатьох комах з повним перетворенням установлений строго певний час відродження з лялечок, що також значною мірою пояснюється умовами освітлення.

Світло може впливати на плідність, розвиток статевих продуктів, запліднення яєць і яйцекладку комах.

Фотоперіодична реакція комах проявляється навіть при дуже слабкому освітленні в 1–3 лк. Діапазон температур, при яких проявляється дія довжини світлового дня на діпаузу комах, у різних видів комах неоднаковий. Світлові умови відіграють тим більшу роль, чим цей діапазон ширше.

Крім впливу на діапаузу, довжина світлового дня може впливати на швидкість личинкового розвитку, на колірні ознаки й розміри тіла деяких видів комах і на міграції багатьох видів попелиць.

Вітер у житті комах відіграє значну роль. Про вплив вітру на розселення комах у літературі є численні дані. Відмічено масовий приліт попелиці *Brachycauda helichrysi* Kltnb. та попелиць декількох інших видів протягом одного дня з відстані в 20 км від материка на острів Меммерт у Північному морі, де ці попелиці ще напередодні зовсім були відсутні. Сильні вітри можуть переносити на великі відстані не тільки дрібних і легких комах, але великих й важких.

Вітер у багатьох випадках визначає напрямок перельотів комах. Одним комахам притаманний позитивний анемотаксис (тобто вони частіше летять проти вітру), іншим – негативний анемотаксис (вони летять за напрямком вітру). Сливовий довгоносик (*Contrachelus nenupar* Hbst.) летить проти вітру, а лучний метелик (*Loxostege sticticalis* L.) – навпаки; за вітром пустельна сарана (*Schistocerca gregaria* Forsk.) робить далекі міграції в напрямку мусонних вітрів.

БІОРІЗНОМАНІТТЯ ЕНТОМОФАГІВ (ХИЖАКІВ ТА ПАРАЗИТІВ) (на прикладі комах біоценозів)

Ентомофаги агроєкосистем складають домінуючу частину консументів вищих рівнів. По відношенню до комах-фітофагів, в тому числі – шкідників сільськогосподарських культур, вони виконують регулюючу функцію. Пізнання взаємовідносин між комахами дає можливість описати взаємодію між різними складовими агроєкосистем, екологічно обґрунтувати заходи із збереження біорізноманіття ентомофагів, що буде сприяти зменшенню пестицидного навантаження на навколишнє природне середовище, підтримувати екологічну стійкість агроєкосистем.

Серед комах поширені набуті природно в процесі еволюції типи живлення: хижацтво й паразитизм.

Хижацтво характеризується тим, що один організм – хижак живиться іншим – жертвою й часто вбиває її відразу ж. За своє життя хижаки з'їдають велику кількість особин жертви. У порівнянні з паразитизмом хижацтво розглядають як більш ранній за походженням тип живлення.

Паразитизм – більш спеціалізована форма відносин, коли один організм – паразит живе за рахунок іншого організму – господаря й тісно пов'язаний з ним екологічно й біологічно на більшому або меншому протязі свого життєвого циклу. Комахи-паразити звичайно призводять господаря до загибелі або сильного виснаження. На відміну від хижої личинки розвиток паразитичної личинки відбувається за рахунок лише однієї особини господаря.

Біорізноманіття комах-хижаків і їх спеціалізація

Хижі види комах, відомі в Україні в 15 рядах як серед комах з неповним (бабки (Odonata), богомолів (Mantoptera), веснянки (Plecoptera), прямокрилі (Orthoptera), щипавки (Dermaptera), трипси (Thysanoptera), так і з повним (жуки (Coleoptera), сітчастокрилі (Neuroptera), верблюдки (Raphidioptera), вислокрилки (Megaloptera), скорпіонові мухи (Mecoptera), волохокрилки

(Trichoptera), лускокрилі (Lepidoptera), перетинчастокрилі (Hymenoptera), двокрилі (Diptera) перетворенням. Хижі комахи часто представлені великими систематичними групами на рівні ряду, наприклад бабки, богомолів, сітчастокрилі, і родини – клопи-антокориди (Anthocoridae), оводи (Asilidae) і багатьма родинами із ряду жуків (Coleoptera). Найбільш поширені в біоценозах Лісостепу хижі клопи, трипси, жуки, сітчастокрилі, перетинчастокрилі, двокрилі. Жертвою (кормом) для хижаків служать представники майже всіх рядів комах.

Під час живлення комахи-хижаки роздрібнюють свою жертву при допомозі гризучих ротових органів (бабки, богомоли, мурахи (Formicidae), оси (Pompilidae), більшість жужелиць (Carabidae), кокцинелід (Coccinellidae) і ін.). Деякі із них висмоктують вміст комах при допомозі пристосованого для цього сисного ротового апарату (клопи (Hemiptera), трипси, оводи (Gasterophilidae)), або сильно розвинутими пустотілими мандибулами (деякі види жужелиць і кокцинелід) чи жолобка, що утворюється між жувалом і нижньою щелепою (личинки золотоочок (Chrysopidae)). Для видів, що висмоктують їжу, типове позакишкове травлення, при якому комаха-хижак через нанесену нею ранку впускає у жертву травний сік, а потім висмоктує вже частково гідролізовану рідину.

Хижі комахи надто прожерливі. Потреба у великій кількості їжі пов'язана з тим, що харчування забезпечує процеси росту, розвитку й статевого дозрівання для комах. Крім того, харчування постійно поповнює енергетичні ресурси в організмі хижака у зв'язку з інтенсивною витратою ним енергії на пошук жертви, подолання її опору й інші процеси життєдіяльності.

За типом пристосування активних стадій комах до хижацтва виділяють наступні групи: 1) види, які є хижакими тільки в дорослій фазі; 2) види, які є хижакими тільки в личинковій стадії; 3) види, що хижачать в личинковій і імагінальній стадіях.

Перша група – переважно багатоїдні види. Більшість із них відкладає яйця поза жертвою. До цієї групи належать скорпіонові мухи й жуки стафілінід (рід

Aleochara), для яких білкова їжа необхідна для статевого дозрівання. Сюди відносяться також мурахи й оси, яким властиві складні інстинкти турботи за потомством. Дорослі мурахи харчуються комахами й солодкими виділеннями попелиць (*Aphidoidea*), а оси – нектаром квіток і поглинають деяку кількість комах, що роздрібнюються.

Друга група – переважно хижі мухи-сирфіди (*Syrphidae*), галиці (*Cecidomyidae*) і деякі сітчастокрилі – золотоочки звичайна (*Chrisopa carnea* Steph.), красива (*Ch. formosa* Br.) та ін. Дорослі сирфіди й золотоочки харчуються нектаром і пилом рослин. Для галиць типова афагія. Мухи відкладають яйця в місця скупчення жертви – майбутнього корму для їх личинок. Золотоочки відкладають яйця поза колоніями жертви, і їх личинки самі відшуковують собі корм.

Третя група – найбільш чисельна й різноманітна за своєю харчовою спеціалізацією й способом життя. Деякі із них розрізняються харчовими режимами й стадіями перебування в личинковій і імагінальній стадіях. Так, личинки бабок живуть у водоймах і харчуються личинками комарів (*Diptera*), одноденок (*Ephemeroptera*) і інших організмів. Дорослі бабки – повітряні мисливці й ловлять свою здобич на льоту. Дорослі верблюдки харчуються комахами на рослинах, а їхні личинки в ходах стовбурів дерев поїдають личинок жуків, що там живуть.

Найбільш численні комахи-хижаки, у яких імаго й личинки мають подібні харчові зв'язки. Хоч і харчуються вони широким колом членистоногих, але в багатьох із них чітко визначені харчові зв'язки з певними таксономічними групами комах. Так, більшість комах родини сітчастокрилих (*Neuroptera*) віддає перевагу сисним кохам.

Більшість кокцинелід (*Coccinellidae*) живляться попелицями. Це в основному екологічно пластичні види сонечка: 7-крапкове (*Coccinella septempunctata* L.) мінливе (*Coccinella divarigata* Aol.), 2-крапкове (*Adalia bipunctata* L.), пропілеа (*Propylaea quatuordecimpunctata* L.) й багато ін. Вони

відкладають яйця групами на рослини за межами від господаря. Їхні личинки в пошуках їжі здатні мігрувати на значні відстані.

Жужелиці характеризуються великою складністю в трофічному відношенні – це облігатні хижаки. Види *Calosoma* і *Carabus* – віддають перевагу комахам і головним чином гусеницям і лялечкам метеликів, *Bembidion*, *Agonum*, *Calathus*, харчуються попелицями, дрібними гусеницями метеликів, личинками і яйцями різних комах. Види родини *Pterostichus* переважно хижі жужелиці й харчуються комахами із різних родин. Більш широка поліфагія властива жужелицям родин *Orphonus* і *Harpalus*, які харчуються тваринною й рослинною їжею. Із них багато видів – мешканці польових стацій, а такі види, як зелений і малий красотіли (*Carabidae*), типові для лісових біоценозів. Життя імаго і особливо личинок у більшості видів цих комах пов'язане із ґрунтом.

Біорізноманіття паразитних комах в біогеоценозах і їх екологічна функція

У класі *Insecta* паразитичні комахи представлені 5-ма рядами: *Coleoptera*, *Strepsiptera*, *Lepidoptera*, *Hymenoptera*, *Diptera*, тобто комахи з повним перетворенням.

Паразитичним комахам властивий личинковий паразитизм, а в дорослому стані вони ведуть вільний спосіб життя. Відомо, що пристосувальні зміни в процесі становлення й розвитку паразитизму в комах відбувалися як у дорослої комахи, так і в личинковій стадії. Адаптації дорослих комах пов'язані з виконанням функції розмноження. Це супроводжувалося в них формуванням здатності до виявлення й вибору певного господаря й способів розміщення – свого потомства, а також розвитком інстинктів турботи про нього. Личинка повинна була пристосуватися до розвитку за рахунок живого господаря, що розвивається. При цьому для подолання захисних реакцій господаря личинка повинна набути здатності зберігати його повноцінність як харчового субстрату до завершення свого розвитку.

У взаєминах з господарями паразитичні комахи мають свої специфічні особливості:

- відносно невеликі розбіжності в розмірах тіла господаря й паразита;
- відсутність у них значних розбіжностей у тривалості онтогенезу;
- загибель господаря після завершення розвитку паразита (летальний паразитизм) і рідше статева стерилізація господаря.

Перетинчастокрилі (Hymenoptera) становлять досить чисельний за кількістю видів (близько 250 тис.) ряд. Він включає досить своєрідні за способом життя види з високорозвинутими, складними й різноманітними інстинктами. Паразитичні комахи представлені чотирма надродинами: Ichneumonoidea, Chalcidoidea, Proctotrupoidea і Cynipoidea.

Паразитизм притаманний також багатьом жалоносним перетинчастокрилим – Scolioidea, Vespoidea і Sphecoidea.

Трофічні зв'язки й типи паразитизму

У представників більшості родин і підродин досить чітко виражена харчова спеціалізація у відношенні певних таксономічних груп комах і фаз їхнього розвитку. В іхневмонід (Ichneumonidae) і браконід (Braconidae) широко розповсюджений паразитизм на гусеницях метеликів (Lepidoptera) і личинках пильщиків (Tenthredinidae) і жуків (Coleoptera). Також виражена типова специфічність відносно господарів і в представників родин: Aphidiidae – в основному це паразити попелиць; Encyrtidae і Aphelinidae – паразити кокцид; Mymaridae, Trichogrammatidae і Scelionidae – паразити яєць. Харчова спеціалізація характерна й для багатьох інших груп хальцид (Chalcidoidea) і циніпід (Cynipoidea).

Адаптації до паразитизму на різних групах комах і стадіях їхнього розвитку обумовили різноманіття типів паразитизму. Залежно від розташування личинок паразита відносно господаря – ззовні або всередині нього – розрізняють екто- і ендопаразитів. Спосіб життя личинки викликав істотні розбіжності в біологічних (анатомо-морфологічних, поведінкових та ін.) особливостях цих паразитів.

В ектопаразитів у зв'язку з розвитком яєць поза господарем ембріогенез здійснюється лише за рахунок поживних речовин, що є у яйці паразита, яке звичайно містить велику кількість жовтка. Личинка для одержання їжі проколює покриви господаря сильно розвинутими щелепами й через наявні в них порожнини висмоктує його вміст.

Личинки ектопаразитів, розвиваючись у середині господаря, харчуються його порожнинною рідиною за допомогою ротового апарата, а молоді личинки – часто дифузно через тонкі покриви свого тіла. Їм, як і ектопаразитичним личинкам, властиве позакишкове травлення. У личинок ектопаразитів в процесі еволюції виробилися механізми, що забезпечують збереження повноцінності господаря для харчування до завершення їхнього розвитку.

Для ектопаразитів господар є не лише джерелом їжі, але й місцем перебування. Ектопаразити мають більш широке коло господарів. Вони заражають прихованоживучих і відкритоживучих комах та інших членистоногих. Господарі їх відомі в багатьох рядах комах з повним і неповним перетворенням. Вони пристосовані також до паразитування на різних фазах комах, що досить чітко визначило їх онтогенетичну спеціалізацію. Серед них є паразити яєць, личинок, лялечок і імаго.

Для паразитичних перетинчастокрилих характерний одиничний паразитизм – розвиток за рахунок однієї особини господаря однієї личинки паразита.

Поведінка імаго. У паразитичних перетинчастокрилих активна роль при зараженні господаря належить самкам. У самок стимулом до зустрічі з господарем служить фізіологічна підготовка їх до відкладання яєць. Процес установлення контакту самки з господарем розділяється на етапи: пошук місцезнаходження господаря, пошук і вибір господаря.

Пошук місцезнаходження господаря пов'язаний із пошуком самками стацій, займаних кормовою рослиною господаря. Історично сформовані в паразита однозначні з господарем реакції на його кормові рослини сприяють їхній концентрації в однакових стаціях. Фітофаги не можуть самотійно

синтезувати феромони й деякі гормони і одержують їх у готовому вигляді з рослин.

Пошук господаря паразити здійснюють при безпосередньому і ретельному обстеженні рослин, де може бути присутній хазяїн. Орієнтиром при виявленні господаря для них служать хімічні засоби внутрішньовидового спілкування їх господарів і насамперед виділені ними статеві атрактанти, а також екскременти й продуковані фітофагами речовини для полегшення їхнього втримання й пересування на рослинах.

Місце й процес відкладання яйця, як і вплив на господаря, істотно розрізняються в різних групах паразитів. Ектопаразитичні самки, що заражають прихованоживучих личинок, для відкладання яйця проколюють або просвердлюють яйцекладом субстрат або стінку кокона, де перебуває хазяїн і відкладають яйця на господаря або поруч із ним. Перед відкладанням яйця самка паралізує господаря.

Способи розмноження. Розмноження паразитичних перетинчастокрилих здійснюється за участі обох статей. Їм властивий також і партеногенез – розвиток організму з незаплідненого яйця. У їздців відомі наступні типи партеногенезу:

Аррентокія – розвиток самців з незапліднених яєць, а самок із запліднених. При цьому самці гаплоїдні, а самки – диплоїдні. Аррентокний партеногенез зустрічається найбільш часто.

Телітокія – формування самок з незапліднених яєць – менш розповсюджене явище. У того самого виду в різних географічних зонах його ареалу партеногенез може бути різного типу.

Дейтеротокія – формування при аррентокному розмноженні в незапліднених яйцях самців і деякого числа самок (спанондрія), при телітокному – поява серед самок самців (спаногінія).

Поліембріонія – розвиток з одного яйця паразита великої кількості зародків. Число їх може становити від 2 до 3000 нормально розвиваючих особин.

У двостатевому потомстві паразитів звичайно переважають самки. Число їх нерідко досягає 60–80 %. Рідше співвідношення статі становить 1:1. Самці звичайно вилітають на 1–2 дні раніше ніж самки. Спарювання їх може відбуватися відразу ж після вильоту або на протязі двох перших днів їхнього життя. Самки звичайно спаровуються одноразово, а самець здатний запліднити декілька самок. Зустріч статей може відбуватися в місцях їх розвитку на рослинах і на нектароносах під час їхнього додаткового підживлення.

Взаємини паразитів з господарями в онтогенезі

Особливо істотно розрізняються взаємини з господарями у видів, що паразитують на різних фазах розвитку комах-господарів. При паразитуванні у фазах, що не харчуються – яйцях і лялечках, коли харчові ресурси паразита обмежені певним запасом, у паразитів виявлена здатність припиняти розвиток господаря. Самки таких паразитів віддають перевагу заражати господаря на початкових етапах розвитку: яйця – на початку ембріогенезу; лялечок – на початку гістолізу.

В одних видів личинки I віку механічно руйнують господаря. Вони збовтують вміст яйця за допомогою сильно розвинених ротових гаків та щетинок на їхньому тілі й хвостовому придатку. Це властиво личинкам теленомін – паразитам клопів і шовкопрядів, трихограматид, у яких личинка I віку мішкоподібного типу. Личинок таких паразитів розглядають як внутрішніх хижаків. Личинки трихограматид здатні викликати лізис господаря, перетворюючи вміст яйця в гомогенну масу. Розвиток личинок, що руйнують господаря, проходить швидко: у трихограми – 3–4 доби, у теленомін – 5–6 діб при загальній тривалості розвитку паразитів відповідно 10 і 15 діб.

Гальмувати розвиток господаря можуть й паразити лялечок. Так, виявлено інгібуючу дію на розвиток лялечки вощинної молі, при введенні в її тіло яйця іхневмоніди *Pimpla turionella* L. Більш складний механізм пригнічення розвитку цього ж господаря в іншого виду паразита – *Pimpla aquilonia* Cres. Личинка цього паразита, що відродилася, незалежно від місця відкладання яйця

в тіло господаря відразу ж проникає в голову лялечки, руйнує її головний мозок, а потім переходить у черевце, де й розвивається.

Паразити личинок і імаго, навпаки, на початкових стадіях розвитку ощадно відносяться до свого господаря. На цих стадіях господаря завдяки безперервному поповненню його організму живильними речовинами личинки паразитів набули можливість користуватися ними в достатній кількості на протязі усього свого розвитку. У паразитів личинок онтогенетичний розвиток чітко сполучений з розвитком господаря. Для ендopазитів гусениць капустяного білана, зернової совки, непарного шовкопряда й ектопаразита гронової листокрутки (*Lobesia botrana* Den et Schiff.) встановлено, що личинки I віку живляться гемолімфою господаря, не погіршуючи його фізіологічний стан.

У заражених гусениць навпаки, підвищується інтенсивність харчування. Це супроводжується збільшенням їхньої маси, великим нагромадженням жирових резервів і кращим виживанням в порівнянні зі здоровими.

Виснаження організму господаря й зниження інтенсивності його харчування відбуваються наприкінці розвитку паразита. У цей час личинки харчуються переважно жировою тканиною господаря й накопичують велику кількість жирових резервів. Поряд із цим підвищення в личинок ферментативної активності викликає, так зване, консервування господаря. Це сприяє збереженню вмісту господаря в стані, придатному для харчування паразита. Стимулюючий вплив на ріст, розвиток і виживання господаря на початкових стадіях онтогенезу паразита відзначено також і для енциртід – паразитів личинок псевдощитівок. Активізація росту й розвитку господаря при слабкому впливі на нього паразита має важливе біологічне значення. Інакше між комахами обмежувалася б можливість функціонування біологічної системи «паразит – господар».

Загибель господаря настає лише після завершення розвитку паразита. У більшості їздців доросла личинка викликає повний лізис внутрішніх органів личинки господаря.

Паразити імаго комах звичайно не руйнують життєво важливі органи господаря. Їхні личинки харчуються переважно гемолімфою, втрати якої поповнюються у процесі додаткового харчування господаря. Однак присутність паразита послабляє постачання до гонад поживних речовин й обмежує дозрівання яєць.

Паразитичні перетинчастокрилі, як і інші комахи, зимують у стані діapaузи, на формування якої сильно впливають фотоперіодизм і температурний режим у період їхнього розвитку. Поряд із цим, для багатьох паразитів важливого значення набуває фізіологічний стан господаря. У моноциклічних видів – господарів і паразитів – діapaуза спадково закріплена, вона виникає в них споріднено й часто ще в період наявності в природі сприятливих для їхнього розвитку температур. Це характерно для паразитів яєць кільчастого шовкопряда (*Telenomus laeviuculus* Ratz.), непарного шовкопряда (*Anastatus bifasciatus* Fansk.), які перебувають у стані діapaузи близько 10 місяців, а також паразита гусениць зернової совки (*Lissonota nitida* Grav.) і інших моноциклічних видів.

Зимівля молодих личинок паразитів зв'язана, як правило, із зимуючими личинками комах, і настання діapaузи в них обумовлено формуванням її в господаря.

Личинкове і імагінальне живлення в житті комах

При вивченні факторів, що визначають репродуктивну й загальну життєздатність комах-ентомофагів, важливого значення набувають дослідження фізіології живлення личинок і дорослих комах. Знання цього необхідне при вивченні поведінки і взаємовідносин комах в біоценозах.

Онтогенетичний розвиток комах – досить складний процес із різким розходженням функцій на личинковій і імагінальній стадіях. Личинки витрачають живильні речовини, які отримують при живленні на свій ріст і розвиток, а також на нагромадження резервів і закладку органів дорослої комахи. В імагінальній стадії, яка виконує функції розмноження й розселення, відбувається споживання накопичених личинкою резервів. Живлення імаго за кількістю споживання їжі, часто буває незначним і розглядається як додаткове.

Фізіологічна повноцінність комах визначається кількістю і якістю накопичених резервів в стадії личинки. Імагінальне живлення властиве комахам, у яких оогенез триває протягом всього їхнього життя, і має видову специфіку.

Живлення хижих комах

Більшість видів хижих комах потребують білкового корму в стадії личинки й імаго. Деякі із них відроджуються статевонезрілими. Життєздатність і плідність їх залежить від ступеня задоволення харчових потреб личинки й імаго.

У довгоживучих (2–4 роки) дорослих жуків змінюється механізм нагромадження жирових ресурсів на протязі сезону залежно від їх фізіологічної потреби. У весняно-літній період живлення забезпечує головним чином дозрівання яєць у самок і пов'язані із цим метаболічні процеси. До осені після закінчення відкладання яєць у них настає період, пов'язаний з нагромадженням в організмі живильних резервів для підтримки їхнього життя під час зимівлі.

У кокцинелід зберігаються на протязі життя живильні речовин на досить високому рівні. У дорослих комах створюється характерний для виду недоторканий або своєрідний «метаболічний запас» харчових ресурсів, що забезпечує підтримку їхнього життя. Зменшення цього запасу нижче критичного рівня викликає в комах виснаження організму й загибель.

У сирфід і галиці у результаті відкладання яєць самками в колонії попелиць личинки забезпечені достатньою кількістю їжі. Галиці вилітають статеводозрілими. Самки сирфід у процесі статевого дозрівання харчуються на нектароносах і солодкими виділеннями попелиць. У кишечнику їх й зобі накопичується до 3–6 мг пилку, що містить цукри, велику кількість амінокислот і вітаміни. Плодючість сирфід також залежить й від виду кормової рослини.

Живлення паразитичних комах

У паразитичних личинок на відміну від хижих харчові можливості обмежені лише однією особою господаря. Для дорослих комах більш характерним є вуглеводневе живлення.

Для личинок, що харчуються усередині господаря порожнинною рідиною його, важливе значення мають кількість і якість накопичених у організмі господаря харчових резервів. Відомо, що фізіологічний стан господаря, який визначається умовами його розвитку, впливає на фізіологічний стан паразита, що розвивається в ньому.

Потреба імаго в харчуванні залежить від характеру статевого дозрівання самок. У паразитичних мух самки вилітають статевонезрілими. Їхнє дозрівання в різних видів може тривати від 4–6 до 30 діб. Дозріванню яєчників у тахіні сприяють жирно-білкові відкладення, накопичені в жировій тканині личинкою. Однак перехід їх у гемолімфу й витрату на розвиток статевої продукції стає можливим при додатковому білковому живленні самок у поєднанні з вуглеводневим. Необхідну їжу вони одержують при живленні нектаром, пилком квіток і солодкими виділеннями сисних комах. Одержання білкового корму особливо важливо для живородних видів, ембріон яких використовує живильні речовини, що є у гемолімфі самки-матері.

Статеве дозрівання у паразитичних перетинчастокрилих більш різноманітне. За типом дозрівання самок ділять на три основні групи: 1) проовігенні – дозрівання яєць в основному відбувається на стадії лялечки й у додатковому живленні не мають потреби; 2) синовігенні – вилітають із деякою кількістю зрілих яєць, живуть довго й мають потребу в додатковому живленні; 3) епіовігенні – вилітають із незрілими гонадами й додаткове білкове живлення обов'язкове. Для паразитів із двох останніх груп характерні два типи дозрівання самок. В одних видів самки вилітають із порівняно великою кількістю дозрілих яєць. При додатковому живленні їхня кількість збільшується в кілька разів. Дорілі яйця зберігаються в яєчниках тривалий час. Це може бути однією з важливих адаптацій, що забезпечує зустріч готових до відкладання яєць самок з асинхронно розвиваючим господарем, наприклад у лісоноти – паразита гусениць зернової совки.

Дорослі їдці живляться нектаром різних культурних і дикоростучих нектароносів, і виліт їх збігається з періодом цвітіння. Деякі з них живляться й

солодкими виділеннями сисних комах. Поряд із цим для багатьох видів їздців типовим є живлення соком господаря – гемолімфою, багатою азотистими речовинами й вільними амінокислотами. Напад на господаря для живлення гемолімфою розглядають як одну з форм хижацтва.

За характером живлення гемолімфою виділяються серед їздців три групи:

1 – обмежуються одноразовим прийомом білкового корму (іхневмонід *Hemiteles graculus* Grav.);

2 – живлення гемолімфою факультативно (ектопаразит *Aphytis proclia* W.);

3 – необхідне систематичне живлення (ектопаразит *Habrobracon hebetor* Wesm.). В останніх без використання білкового корму не відбувається нагромадження жовтка в яйцеклітинах. Необхідність в живленні гемолімфою частіше властиве для ектопаразитів та деяких браконід і іхневмонід – ендопаразитів, які стоять на більш низьких щаблях еволюційного розвитку.

Живлення гемолімфою господаря пов'язане з потребою в нагромадженні в яйцях паразитів необхідної кількості жовтка, що забезпечує розвиток ембріона. Цим можна пояснити більшу потребу в білковому кормі екто- і ендопаразитів, у яйцях яких утримується велика кількість жовтка.

Літературні дані свідчать, що додаткове живлення значно підвищує плідність самок паразитичних комах. Вуглеводи, які вони одержують забезпечують метаболічні процеси, що сприяють більш повному використанню накопичених на личинковій фазі живильних речовин для формування яєць. Додаткове харчування також значно продовжує життя дорослих комах. Воно важливе для видів, що розвиваються асинхронно зі своїми господарями, і особливо для видів, що зимують в стадії імаго.

У період підготовки до зимівлі вуглеводневе живлення забезпечує нагромадження в організмі комах необхідних харчових резервів. Під впливом зовнішніх факторів вуглеводи, які одержують комахи піддаються у їхньому організмі відповідній перебудові, що сприяє підвищенню холодостійкості паразитів.

Типи харчової спеціалізації комах

За ступенем спеціалізації до господарів паразитичні й хижі комахи діляться на 3 основні біологічні групи: 1) *вузькоспеціалізовані*, тобто пристосовані до одного або двох видів господарів (*монофаги*); 2) *багатоїдні (поліфаги)*, здатні жити за рахунок широкого кола господарів, навіть представників різних рядів комах; 3) *відносно спеціалізовані (олігофаги)*, які заражають комах, що відносяться до різних родів у межах родин і паразитують або хижачать за рахунок декількох видів господарів. Ця група є проміжною й більш численною. Вона включає види різного ступеня спеціалізації від вузької до широкої олігофагії.

Спеціалізація у комах визначається ступенем прив'язаності циклу розвитку ентомофага до циклу розвитку основного господаря, подібністю вимог ентомофага й господаря до умов зовнішнього середовища, прив'язаністю активного періоду дорослої стадії ентомофага до періоду розвитку дорослої стадії господаря, прив'язаністю фізіологічних особливостей ентомофага до життя за рахунок організму даного господаря.

Більша відповідність у життєвих циклах і вимогах до фізичних факторів середовища з господарями відзначається в вузькоспеціалізованих ентомофагів, або монофагів. Однак монофагія у вузькому її розумінні порівняно рідко зустрічається серед ентомофагів.

Поліфаги характеризуються широкою екологічною пластичністю й відсутністю синхронності в розвитку з господарями.

У олігофагів життєвий цикл і екологічні вимоги недостатньо відповідають їхнім господарям. Незважаючи на широке коло господарів, у них виявляється більш тісний зв'язок із двома або трьома видами комах. Таких комах називають основними господарями. Комах, що живуть у місцях перебування основного господаря, але яких паразит заражає рідко, називають додатковими господарями.

Серед ентомофагів розрізняють оліго- і поліфагію в просторі й у часі. У першому випадку паразити здатні розвиватися на різних видах комах, що

зустрічаються одночасно в даній місцевості. Це дає уяву про широту їхньої харчової спеціалізації. Для таких паразитів багато комах є альтернативними господарями, вибір яких може залежати від їх наявності або доступності в стаціях перебування паразита. Зміна господарів у часі викликана у паразитів необхідністю заміни зникаючих видів іншими. Звичайно це спостерігається в поліциклічних паразитів, біологічно пов'язаних з моноциклічними господарями.

Особливості формування біологічної системи «господар-паразит»

Становлення біологічної системи господар–паразит, партнерів, що стоять у біоценозах на різних трофічних рівнях, має свою специфіку. У процесі подолання захисних реакцій, що проявляються як господарем, так і паразитом, у них склалися взаємоприспосадування до сумісного життя.

У дорослих паразитичних комах формувалися пристосування до місця локалізації господаря, до мікроумов його життя або складалася екологічна спеціалізація. У самок закріплювалася здатність відшукувати господаря й відкладати в нього або на нього яйця в тих стаціях і на тих видах рослин, на яких вони розвивалися самі. У результаті звужувалося коло господарів.

У спеціалізованих видів підтримка специфічності стала входити до функції самки. У процесі еволюції в неї вироблялися інстинкти вибирати для відкладання яєць певні групи або види комах на певних фазах їхнього розвитку, що перебувають в екологічних умовах, до яких адаптувався паразит. Так, серед ентомофагів є види – мешканці відкритих польових стацій або деревних насаджень, що заражають відкрито- або прихованоживучих комах у певних ценозах.

Таким чином, в імагінальній стадії склалися біоценотичні міжвидові взаємини між фіто- і ентомофагами.

Умови життя личинки визначаються переважно самкою, що розміщує своє потомство відповідно до властивої їй спеціалізації. Однак при розширенні кола господарів або випадковому зараженні нового виду комах личинка може корегувати можливість переходу на іншого господаря. Це визначається

фізіологічною спеціалізацією личинки паразита до господаря. Особливо ускладнюється зміна господаря в зв'язку із властивою личинкам онтогенетичною спеціалізацією – розходженнями в характері впливу їх на господаря при паразитуванні на різних стадіях його розвитку.

БІОРІЗНОМАНІТТЯ МІКРООРГАНІЗМІВ

Мікроорганізми є однією з найбільш чисельних та різноманітних груп живих організмів. Їх класифікація та різноманіття базується на морфологічних, фізіолого-біохімічних та культуральних відмінностях.

Морфологічні відмінності базуються на різноманітті форми клітин, їх розміщення, наявності ендоспор, капсули, джугіків, їх розміщення, забарвлення за Грамом.

Фізіолого-біохімічні відмінності – відмінності у відношенні клітин до кисню, способу отримання енергії, залежності росту від температури, рН, асиміляції поживних речовин (джерела Карбону, Нітрогену тощо), потребі в додаткових факторах росту, відношенні до антибіотиків тощо.

Культуральні відмінності полягають у різному характері росту на агаризованих (характеристика колоній) та і рідких поживних середовищах.

Розвиток молекулярно-генетичних методів дозволив більш детально вивчити різноманіття мікроорганізмів та спричинив бурхливий розвиток філогенетичної класифікації, яка відображає еволюційні зв'язки між організмами. На сьогодні більш точним є визначення різноманітності мікроорганізмів за молекулярно-генетичними маркерами, амінокислотою послідовністю білків, нуклеотидною послідовністю генів тощо. Проте основою для визначення біорізноманіття мікроорганізмів залишається фенотиповий підхід до їх класифікації.

Різноманіття мікроорганізмів згідно класифікації Бергі

Згідно з Bergey's Manual of Systematic Bacteriology всі бактерії об'єднані в царство Prokarya і поділяються на чотири відділи:

I. Gracilicutes (від латинської gracilis – тонкий, стрункий; cutes – шкіра):
(грамнегативні еубактерії, які мають клітинну стінку);

II. Firmicutes (від латинської firmus – міцний; cutes – шкіра):
грампозитивні еубактерії, які мають клітинну стінку);

III. Tenericutes (від латинської tener – м'який, ніжний; cutes – шкіра):

еубактерії, які не мають клітинної стінки;

IV. Mendosicutes (від латинської *mendosus* – помилковий; *cutes* – шкіра): архебактерії.

Серед зазначених чотирьох відділів виділяють класи, серед класів – частини, серед частин – порядки, триби, родини, роди.

Відділ Gracilicutes

Даний відділ включає в себе прокаріотичні мікроорганізми, які мають складну клітинну стінку грамнегативного типу. Така клітинна стінка складається із зовнішньої мембрани, тонкого внутрішнього шару пептидоглікану і додаткових інших компонентів зовні чи між ними двома шарами. Клітини сферичної чи овальної форми, у вигляді прямих чи вигнутих паличок, спіралей, нитчасті; деякі з них форми можуть бути оточені чохлам або капсулою. Розмножуються такі мікроорганізми бінарним поділом, але для деяких груп характерне брунькування і для деяких організмів (*Pleurocapsales*) – множинний поділ. Міксобактерії можуть утворювати плодові тіла та міксоспори. Ендоспор не утворюють. Багато представників – рухливі (рух за допомогою джгутиків чи ковзанням). Серед представників є фототрофи та нефототрофи (як літотрофи, так і гетеротрофи), аероби, анаероби, факультативні анаероби та мікроаерофіли.

Відділ включає три класи (табл. 10): *Scotobacteria* (складається з 14 частин – № 1– 14); *Anoxyphotobacteria* (складається з однієї частини – № 15); *Oxyphotobacteria* (складається з однієї частини – № 16).

Клас Scotobacteria

Частина 1. Спірохети. Грамнегативні клітини спіралеподібної форми, надзвичайно гнучкі, рухливі за рахунок периплазматичного джгутика, а не джгутика, який виступає з клітини в зовнішнє середовище. Анаероби, мікроаерофіли, факультативні анаероби або аероби. Розмножуються спірохети поперечним поділом клітини, спор не утворюють. Серед них є аероби (*Leptospira interrogans*), факультативні анаероби (*Spirochaeta aurantia*) та анаероби (*S. litoralis*). За типом живлення – хемоорганотрофи. Розміри клітини

коливаються в широких межах. Великі клітини (до 250 мкм завдовжки) мають спірохети, які належать до родів *Spirochaeta* і *Cristispira*. Короткі клітини мають спірохети родів *Treponema* (5,0-20,0 мкм), *Borrelia* (3,0 – 0,0 мкм) і *Leptospira* (4,0 – 8,0 мкм). Серед представників спірохет зустрічаються як вільноіснуючі, так і в асоціаціях з тваринами, молюсками, членистоногими або людиною, деякі види є патогенними.

Вільноіснуючими видами є бактерії роду *Spirochaeta* – мешканці стічних і забруднених вод, прісних та морських водойм, які містять гідрогенсульфат. Ці мікроорганізми спричиняють бродіння глюкози з утворенням оцтової, молочної, щавлевої, мурашиної кислот, етанолу, вуглекислого газу та водню.

До бактерій-асоціантів можна віднести представників роду *Cristispira*, які є мешканцями травного тракту прісноводних і морських молюсків. Паразитами людини та хребетних тварин є представники родів *Treponema*, *Borrelia*. *Leptospira*, зокрема патогенними є види *Treponema pallidum* (збудник сифілісу), *T. pertenuae* (збудник фрамбезії), *Leptospira interrogans* (збудник лептоспірозу), *Borrelia recurrentis* (збудник зворотної лихоманки (тифу) людини).

Таблиця 10

Мікроорганізми відділу Gracilicutes

Клас Scotobacteria	
Частина 1. Спірохети	Порядок Spirochaetales: 1) родина Spirochaetaceae (роди <i>Spirochaeta</i> , <i>Cristispira</i> , <i>Treponema</i> і <i>Borrelia</i>); 2) родина Leptospiraceae (рід <i>Leptospira</i>)
Частина 2. Аеробні мікроаерофільні, рухливі, спіральновигнуті грамнегативні бактерії	Родина Spirillaceae (роди <i>Spirillum</i> , <i>Azospirillum</i> , <i>Oceanospirillum</i> , <i>Aquaspirillum</i> , <i>Campylobacter</i> , <i>Helicobacter</i> , <i>Vampirovibrio</i> , <i>Bdellovibrio</i> , <i>Cellvibrio</i>)
Частина 3. Нерухливі (або рідко рухливі) грамнегативні вигнуті бактерії	Родина Spirosomaceae (роди <i>Spirosoma</i> , <i>Microcyclus</i> , <i>Brachyarcus</i> , <i>Pelosigma</i> , <i>Runnela</i> , <i>Flectobacillus</i> , <i>Meniscus</i>)

Частина 4. Грамнегативні аеробні палички та коки	Родина 1) Pseudomonadaceae (роди <i>Pseudomonas</i> , <i>Xanthomonas</i> , <i>Xanthobacter</i>); 2) Azotobacteriaceae; 3) Rhizobiaceae (роди <i>Rhizobium</i> , <i>Agrobacterium</i>); 4) Methylococcaceae (роди <i>Methylomonas</i> , <i>Methylococcus</i>); 5) Halobacteriaceae (рід <i>Halomonas</i>) 6) Acetobacteriaceae (роди <i>Acetobacter</i> , <i>Gluconobacter</i>) 7) Legionellaceae; 8) Neieseriaceae (роди <i>Neisseria</i> , <i>Moraxella</i> , <i>Kingella</i> , <i>Acinetobacter</i>)
Частина 5. Факультативно анаеробні грамнегативні палички	Родина: 1) Enterobacteriaceae (роди <i>Eachetiehia</i> , <i>Salmonella</i> , <i>Shigella</i> , <i>Klebsiella</i> , <i>Proteus</i> , <i>Morganella</i> , <i>Citrobacter</i> , <i>Erwinia</i> , <i>Enterobacter</i>); 2) Vibrionaceae (роди <i>Aeromonas</i> , <i>Plesiomonas</i> , <i>Vibrio</i> , <i>Photobacterium</i>); 3) Pasteurellaceae (роди <i>Haemophilus</i> , <i>Pasteurella</i> , <i>Actinobacillus</i>)
Частина 6. Грамнегативні анаеробні прямі, вигнуті та спіральні палички	Родина Bacteroidaceae (роди <i>Butyrovibrio</i> , <i>Succinovibrdo</i> , <i>Bacteroides</i> , <i>Fusobacterium</i> , <i>Leptotruchia</i> , <i>Wotlnella</i> , <i>Anaerovtbrto</i> , <i>Acetlvlbrio</i>)
Частина 7. Сульфатасиміляційні або сульфітовідновлювальні бактерії	Роди <i>Desulfovibrio</i> , <i>Desulfomonas</i> , <i>Delfusarcina</i> , <i>Variabilis</i>
Частина 8. Анаеробні грамнегативні коки	Родина Veillonaceae (роди <i>Veillonella</i> , <i>Acidarmnococcus</i> , <i>Megaaphaera</i>)
Частина 9. Рикетсії та хламідії	Порядок Rickettsiales (родина Rickettsiaceae, Bartonellaceae, Anaplasmataceae); порядок Chlamydiales (родина Chlamydiaceae, рід <i>Chlamydia</i>)

Частина 10. Ковзні бактерії	Порядок Мухобacteriales (родина Мухобacteriaceae. роди <i>Мухосccccus</i> , <i>Cyatobacter</i> , <i>Hannocystis</i>); порядок Cytophagalea (родина Cytophagaceae. рід <i>Cytophuga</i> , родина <i>Beggialoescens</i> , рід <i>Beggiatoa</i>)
Частина 11. Бактерії, які мають чохла	Роди <i>Leptothrix</i> , <i>Crenothrix</i> , <i>Streptotrix</i> , <i>Sphaerolilus</i>
Частина 12. Бактерії, які брунькуються і/або стеблинкові	Роди <i>Caulobacter</i> , <i>Prosthecomicrobium</i> , <i>Nevskia</i> , <i>Ancalomicrobium</i> , <i>Pedomicrobium</i> , <i>Huphomicrobium</i> , <i>Huphomonas</i>
Частина 13. Грамнегативні хемолітотрофні бактерії	Родина Nitrobacteraceae (роди <i>Nitrosococcus</i> , <i>Nitrospira</i> , <i>Nitrobactee</i> ; роди <i>Thiobacillus</i> , <i>Thiobacterum</i> , <i>Thiocolum</i> , <i>Thiospira</i>)
Частина 14. Ендосимбіонти	Бактерії – ендосимбіонти найпростіших та комах
Клас Анохуphotobacteria	
Частина 15. Фототрофні бактерії	Порядок Rhodospirilleles (родини Rhodospirillaceae, Chromatiaceae); порядок Chlorobiales (родини Chlorobiaceae, Chloroflexaceae)
Клас Охуphotobacteria	
Частина 16. Ціанобактерії	Порядки Cyanobacteriales, Prochlorales

Частина 2. Аеробні мікроаерофільні, рухливі, спірально-вигнуті грамнегативні бактерії. Ця група мікроорганізмів представлена грамнегативними бактеріями спіралеподібної (з одним чи кількома повними витками спіралі) або віброїдної (які мають менше одного повного оберту спіралі) форми. Вони є рухливими за рахунок полярно розміщених джгутиків, переміщуються по прямій характерним гвинтовим рухом. За характером споживання кисню є аеробами або мікроаерофілами, в якості акцептора електронів використовують кисень. Разом з тим, ці бактерії здатні до

анаеробного дихання, використовуючи нітрату або фумарату як акцептори електронів. Отже, ці мікроорганізми є хемоорганотрофами, але деякі можуть рости як автотрофи, використовуючи H_2 як донор електронів. Зустрічаються в ґрунті, прісній і морській воді, коренях рослин, репродуктивних органах, травному тракті і ротовій порожнині людини і тварин. Деякі патогенні для тварин і людини. Деякі є хижачками щодо інших мікроорганізмів.

Представники роду *Azospirillum* є вільно існуючими мікроаерофільними азотфіксувальними організмами, які зустрічаються на коренях трав і бобових рослин, бактерії роду *Vampirovibrio* – у хлорел. Спірили, в основному сапрофіти, живуть у застоюючих і забруднених водах, морській воді (*Oceanospirillum*), на рослинних і тваринних залишках, що гниють, на рисових полях. Серед паразитів – бактерії роду *Bdellovibrio*, зокрема *B. bacteriovorus* – внутрішньоклітинний паразит бактерій (рис. 10). Це неспороутворювальна маленька (від 0,25–0,4 до 0,8–1,2 мкм), трохи вигнута паличка з одним полярним джгутиком. Клітини дуже рухливі. Здатні існувати як всередині бактеріальної клітини, так і сапрофітно на складному поживному середовищі з дріжджовим екстрактом. *B. bacteriovorus* прикріплюється до клітин хазяїна, втрачає джгутик, проникає через клітинну стінку (за допомогою ферментів, що розчиняють оболонку) в периплазматичний простір і там розмножується. Цикл внутрішньоклітинного розвитку триває 3–5 год, після чого клітини-паразити виходять з мертвої клітини і повторюють паразитичну фазу або переходять у стан спокою, утворюючи цисти. У середовищі з великою кількістю клітин хазяїна цисти проростають і знову повторюють паразитичну фазу розвитку. Бактерії цього роду є мешканцями ґрунту, морських і прісних вод, їх використовують для боротьби із збудниками епідеміологічних захворювань (наприклад, холери).

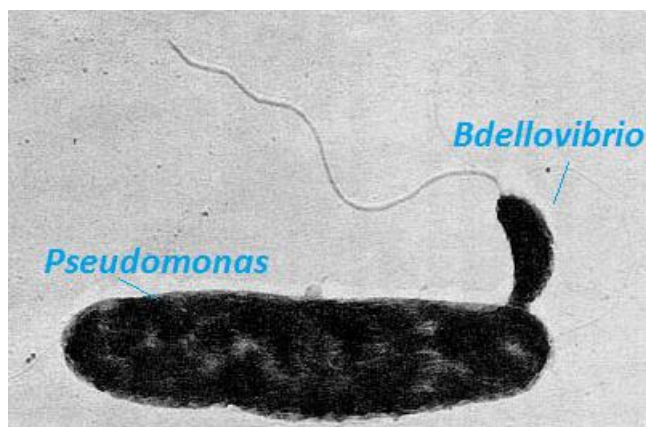


Рис. 10 *B. bacteriovorus*, що паразитує на бактерії роду *Pseudomonas*
 (http://microgen.ouhsc.edu/b_bacter/b_bacter_home.htm)

Частина 3. Нерухливі (або рідко рухливі) грамнегативні вигнуті бактерії.

Представники цієї групи мікроорганізмів є хемоорганотрофами та сапрофітами. Можуть проявляти дихальний (рід *Runella*) або бродильний (рід *Meniscus*) тип метаболізму. Облігатні аероби (*Branchyarcus thiophilus*), аеротолерантні анаероби (*Meniscus glaucopsis*). Виявляються в ґрунтах, прісних та солоних водоймах. Утворюють пігменти біло-бежевого (*Microcyclus aquaticus*), жовтого (*Spirosoma linguale*), рожевого кольору (*Flectobacillus major*). Група об'єднує чотири типи мікроорганізмів:

1) вигнуті чи С-подібні бактерії, здатні утворювати кільця за рахунок перекриття кінців клітини. Можуть зустрічатися клітини у формі завитків і спіралей. Можлива присутність газових вакуолей. Аероби, зустрічаються в ґрунті та воді; до них належать бактерії роду *Spirosoma*.

2) віброїдні чи прямі (або вигнуті) палички. Утворюють газові вакуолі. Аеротолерантні анаероби, мають строго бродильний тип метаболізму;

3) дугоподібні клітини з газовими вакуолями розміщені у вигляді листка конюшини. Зустрічаються клітини кренделеподібної форми. Існують в озерах, ставках, де присутній сульфід і відсутній кисень; до них належать бактерії роду *Branchyarcus*;

4) тонкі S-подібні клітини, які утворюють за рахунок розміщення впритул одна до одної (кількість клітин 4 чи кратна 4) сплющені агрегати сигмоїдної

форми, тоді рухливі. Існують у прісних і солонуватих водах, де присутній сульфід і відсутній кисень; до них належать бактерії роду *Pelosigma*.

Частина 4. Грамнегативні аеробні палички та коки. Хемоорганотрофи, але деякі можуть рости автотрофно, використовуючи H_2 як донор електронів. Не утворюють простеків, стеблинок, чохлач чи газових вакуолей. Нездатні до руху ковзанням. Не розмножуються брунькуванням. Ростуть в атмосфері повітря. Метаболізм дихального типу з використанням кисню як акцептора електронів. Деякі здатні до анаеробного дихання з іншими, ніж кисень, акцепторами електронів. Зустрічаються в ґрунті, прісній і морській воді, коренях рослин або в репродуктивних органах, кишковому тракті і ротовій порожнині людини і тварин. Деякі патогенні для тварин або людини.

До даної групи бактерії належать вісім родин (див. табл. 10).

1. Родина Pseudomonaceae – облигатні аероби, деякі види факультативно анаеробні, не фіксують молекулярний азот, рухливі (полярні джгутики) поодинокі прямі чи вигнуті палички. До цієї родини належать бактерії роду *Pseudomonas*, здатні використовувати як джерело вуглецю широкий спектр органічних сполук, у тому числі гетероциклічні та ароматичні сполуки, які не асимілюються іншими мікроорганізмами (*Pseudomonas fluoresce*, *P. putida*). Серед них є види-патогени, зокрема, *P. aeruginosa* – патогенна бактерія, здатна викликати отит, пневмонію, менінгоенцефаліт, нагноювання ран. Штами, патогенні для рослин, об'єднані у вид *P. syringae*. Також до родини Pseudomonaceae належать бактерії роду *Xanthomonas*, які є фітопатогенами. Представником цього роду є також *Xanthomonas campestris* – продуцент найвідомішого у світі мікробного екзополісахариду ксантану.

2. Родина Azotobacteriaceae включає паличкоподібні бактерії, які залежно від віку та умов культивування здатні змінювати свою форму. Крім того, вони здатні утворювати цисти. Розташовуються парами або утворюють короткі ланцюжки, оточені загальною капсулою. При старінні утворюються цисти (форма спокою). Представники роду *Azomonas* (*A. agilis*) цист не утворюють. Головною особливістю представників даної родини є здатність

фіксувати молекулярний азот. Серед них бактерія *Azotobater chroococcum* – перший аеробний вільно існуючий азотфіксатор (на 1 г спожитого вуглецю фіксується 10 мг і більше азоту). Препарат азотобактерин, виготовлений на основі живих культур азотфіксаторів, призначений для збагачення ґрунту азотом і підвищення урожайності сільськогосподарських культур. Не менш відомим є *Azotobater vinelandii* – продуцент полісахариду альгінату, що за складом аналогічний рослинним полісахаридам, які виділяють з морських водоростей.

3. **Родина Rhizobiaceae** представлена двома родами: *Rhizobium* та *Agrobacterium*, але останнім часом описано й офіційно визнано нові роди бульбочкових бактерій (*Azorhizobium*, *Bradyrhizobium* тощо). Рід *Rhizobium* об'єднує грамнегативні, хемоорганотрофні, рухомі (мають один полярний чи субполярний джгутик або перитрихальне джгутикування) паличкоподібні бактерії, особливістю яких є здатність викликати розростання тканин кореневої системи з утворенням бульбочок і фіксувати азот атмосфери, перебуваючи в симбіотичних зв'язках із бобовою рослиною (рис. 11). Виходячи з цих особливостей видові назви цих бактерій визначається в основному рослиною-хазяїном: *R. leguminosarum* b. *viceae* (бактерії гороху, вики, кормових бобів), *R. leguminosarum* b. *trifolii* (конюшини), *R. leguminosarum* b. *phaseoli* (квасолі), *R. loti* (люпину), *R. meliloti* (люцерни), *R. galegae* (козлятника). У тропічних і субтропічних широтах виявляються представники роду *Bradyrhizobium* (*B. japonicum*). Бактерії роду *Agrobacterium* – внутрішньоклітинні паразити, які проникають у клітини рослин-господарів та спричинюють утворення пухлин (окрім *A. radiobacter*). Вони викликають розростання тканин рослин у вигляді галів на кореневій системі та стеблах рослин – гал корончастий (бактеріальний), корінь волосяний, рак стебла бактеріальний. Індукція пухлин корелює з наявністю у клітинах бактерій великої пухлиноіндукуючої плазміди (Ті-плазміда). Типовим представником даного роду є *A. tumefaciens*. Бактерії роду *Agrobacterium* (*Agrobacterium tumefaciens*) є внутрішньоклітинними паразитами, вони проникають у тканину рослини-хазяїна через пошкодження і викликають

пухлини на коренях, стеблах чи листках рослин.

4. **Родина Methylococcaceae** представлена бактеріями, для яких єдиним джерелом Карбону є органічні сполуки метан або метанол. До даної родини належать роди *Methylomonas* та *Methylococcus*, що відрізняються за морфологією та здатністю до руху. Зокрема, наприклад, *Methylomonas methanica* є рухомою бактерією, а *Methylococcus capsulatus* – нерухомою.

5. **Родина Halobacteriaceae** включає в себе представників роду *Halomonas* (*H. elongata*), які є галотолерантними бактеріями, здатними розвиватись за наявності в середовищі 0,052 % NaCl. Ці мікроорганізми вперше було виділено з обладнання для добування солі. Представники даного роду переважно мають метаболізм дихального типу, проте деякі здатні існувати в анаеробних умовах та використовувати нітратів як кінцевого акцептора електронів.

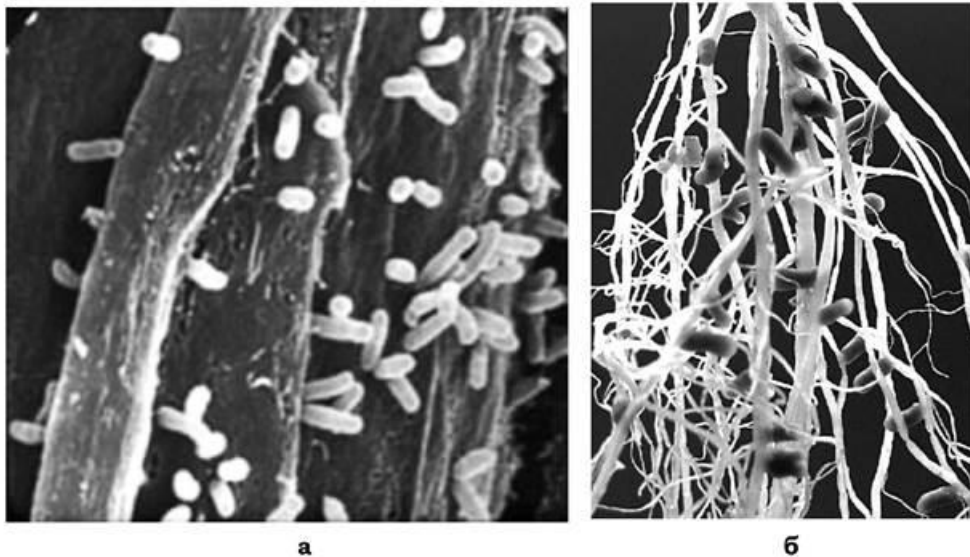


Рис. 11 Бульбочкові бактерії роду *Rhizobium*: а – клітини *Rhizobium*, що проникають до рослинної тканини; б – сформовані бульбочки на бобовій рослині (Сергійчук М.Г., 2008)

6. **Родина Acetobacteriaceae** представляє собою бактерії, що здатні окиснювати етанол до оцтової кислоти в нейтральному або кислому середовищі (рН 4,5). Морфологічно ці мікроорганізми є паличками, іноді клітини мають еліпсоїдну форму, розташовані поодинокі, попарно або з утворенням

ланцюжків клітин. Представники цієї родини є obligатними аеробами, рухомими або нерухомими. Рухомі форми мають перитрихальне або латеральне джгутикування. Ці бактерії є хемоорганотрофами, які можна виділити з вина, сидру, кефіру тощо. Родина Acetobacteriaceae включає два роди – *Acetobacter* (типовий представник *A. aceti*) і *Gluconobacter* (типовий представник *G. oxydans*).

7. **Родина Legionellaceae** представлена аеробними грамнегативними бацилами, які використовують амінокислотні залишки як основне джерело енергії. До складу цієї родини входить рід *Legionella*, що включає кілька видів, які спричиняють легіонельоз (наприклад, *L. pneumophila*).

8. **Родина Neisseriaceae** включає такі роди, як *Neisseria*, *Moraxella*, *Kingella*, *Acinetobacter*. Представники перших трьох родів – паразити слизових оболонок: *Neisseria gonorrhoeae* – збудник гонореї, *N. meningitidis* – збудник менінгіту, *Moraxella lacunata* та *Kingella kingae* – паразити слизових оболонок людини і теплокровних тварин. Ці бактерії потребують для свого розвитку складних поживних середовищ. Рід *Acinetobacter* представлений сапрофітними формами, які значно поширені у природі.

Частина 5. Факультативно анаеробні грамнегативні палички. Бактерії, що належать до даної групи є хемоорганотрофами, але деякі можуть рости автотрофно, використовуючи H_2 як донор електронів. Представники даної групи не утворюють простеків (тонких виростів, які складаються з клітинної стінки, мембрани і цитоплазми), стеблинок, чохлів чи газових вакуолей. Не здатні до руху ковзанням. Не розмножуються брунькуванням. Здатні рости в атмосфері повітря, метаболізм дихального типу, здатні також рости гетеротрофно за рахунок бродіння. Зустрічаються як вільно існуючі форми, так і в асоціаціях з тваринами, людиною чи рослинами. Деякі патогенні.

Дана група мікроорганізмів включає три родини: Enterobacteriaceae, Vibrionaceae і Pasteurellaceae.

Родина Enterobacteriaceae представлена рухомими (перитрихи), аспорогенними, хемоорганотрофними, сапрофітними та патогенними

мікроорганізмами. Метаболізм дихального або бродильного типу. Поширені в ґрунті, воді, виявляються на овочах, рослинах, в організмі людини і тварин. Типовий рід – *Escherichia*, типовий представник – *E. coli* (кишкова паличка). До цього роду належить також *E. blattae*. Певні серотипи *E. coli*, представники родів *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Proteus*, *Providencia* можуть спричиняти внутрішньолікарняні інфекції. Бактерії роду *Escherichia* добре ростуть на звичайних поживних середовищах при температурі 37 °С з утворенням колоній двох типів: S-колонії (гладенькі) – слабкоопуклі, вологі з блискучою поверхнею і рівним краєм, сіруваті, добре емульгуються в сольовому розчині; R-колонії (шорсткі) – сухі, не емульгуються в сольовому розчині. Для диференціації використовують середовище Ендо, на якому кишкова паличка утворює рожеві колонії з металевим блиском, та серологічні реакції. *E. coli* є умовно патогенною. У кишках хребетних тварин вона є коменсалом (коменсалізм – форма симбіозу мікроорганізмів з макроорганізмом, за якої мікроорганізм живиться за рахунок макроорганізму, не завдаючи йому ні користі, ні шкоди). Але у певних умовах (ослаблення макроорганізму) вона спричиняє захворювання кишечника. Патогенні види кишкової палички викликають колієнтерити у людини. Разом з виділеннями з травного каналу *E. coli* потрапляє в навколишнє середовище – воду, ґрунт, харчові продукти. Її вважають показником фекального забруднення середовища.

Патогенні види є серед представників роду *Salmonella* (збудник черевного тифу), *Shigella* (збудник дизентерії), *Klebsiella*. Фітопатогенні види зустрічаються серед бактерій родів *Erwinia*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Hafnia*.

Близькими до *E. coli* є коліформні бактерії родів *Salmonella*, *Shigella* і *Citrobacter*. До роду *Salmonella* належать види, які можуть бути збудниками черевного тифу (*S. typhi*), паратифу (*S. paratyphi*) та внутрішньолікарняних сальмонельозів (*S. typhimurium*). Шигели – збудники бактеріальної дизентерії: *S. dysenteriae*, *S. flexneri*, *S. sonnei*.

Окремі види роду *Proteus* можуть спричинити післяопераційні ускладнення. Бактерії роду *Yersinia* мають овальні або паличкоподібні клітини,

рухомі, але їхня рухомість залежить від температури культивування. Патоген *Y. pestis* є збудником чуми.

Родина Vibrionaceae включає бактерії, клітини яких мають форму прямих або зігнутих рухомих паличок. Середовищем існування є водойми, поверхня та організм водних тварин. До цієї родини належать роди *Aeromonas* та *Photobacterium*. Бактерії роду *Aeromonas* – мешканці прісних водойм, вони можуть викликати захворювання жаб, риб або інфікувати організм людини, що супроводжується явищами діареї та бактеріємії. *Vibrio cholerae* – є патогеном, збудником холери – гострого інфекційного захворювання з великою тенденцією до епідемічного поширення. Більшість штамів бактерій роду *Photobacterium* ростуть у мінеральному середовищі, виготовленому на основі морської води за наявності D-глюкози і NH_4Cl . Два види цього роду (*P. leiognathi*, *P. phosphoreum*) здатні до біолюмінесценції.

Родина Pasteurellaceae включає плеоморфні, нерухомі, аеробні або факультативно анаеробні бактерії. Форма клітин варіює від кокоподібних до прямих паличок, які можуть роздуватися або формувати ниткоподібні структури. Представники даної родини є хемоорганотрофами з дихальним і бродильним типами метаболізму. Це паразити хребетних, переважно ссавців і птахів. *Pasteurella multocida* – збудник геморагічної септицемії великої рогатої худоби, холери птахів і пневмонії сільськогосподарських тварин. *Haemophilus influenzae* – основний збудник менінгіту в дітей, також може бути причиною запалення середнього вуха, хронічного бронхіту, пневмонії. *H. ducreyi* – збудник м'якого шанкру або шанкроїду.

Частина 6. Грамнегативні анаеробні прямі, вигнуті та спіральні палички. Мікроорганізми, що належать до цієї групи є хемоорганотрофами, Облігатними анаеробами, неспороутворювальними, нерухливими чи рухливими паличками, схильними до плеоморфізму. Одержують енергію за рахунок анаеробного дихання чи бродіння. В анаеробному диханні не використовують як термінальний акцептор електронів сульфат, інші окиснені сполуки сірки чи елементну сірку.

Бактерії об'єднані в одну родину Bacteroidaceae, яка має 13 родів (*Butyrivibrio*, *Succinivibrio*, *Bacteroides*, *Fusobacterium*, *Leptotrichia*, *Wolinella*, *Anaerovibrio*, *Acetivibrio* та ін.). Бактерії цієї групи живуть у ротовій порожнині, травному каналі людини, тварин і комах. Деякі види патогенні (окремі види *Fusobacterium* зустрічаються при гнійних і гангренозних інфекціях). Бактерії різних родів відрізняються за кінцевими продуктами бродіння: представники роду *Butyrivibrio* з глюкози утворюють бутират, *Succinivibrio* – сукцинат, *Acetivibrio* – ацетат. *Fusobacterium* накопичують як основний продукт бродіння масляну кислоту, *Leptotrichia* – молочну кислоту, *Bacteroides* – суміш кислот (бурштинову, оцтову, мурашину та ін.).

Частина 7. Сульфатасимілювальні або сульфатовідновлювальні бактерії. Серед представників групи бактерій є хемолітотрофні облігатні анаероби, які одержують енергію окисненням в анаеробних умовах молекулярного водню, використовуючи як термінальний акцептор електронів сульфат. Вони є хемоорганотрофами, які як джерело вуглецю та енергії використовують органічні кислоти (лактат, піруват, форміат, ацетат), спирти (етанол, бутанол), вуглеводи. Не утворюють ендоспор, переважно нерухливі.

Група бактерій представлена родами *Desulfovibrio*, *Desulfomonas*, *Desulfobulbus*, *Desulfobacter*, *Desulfococcus*, *Desulfosarcina*. *Desulfosarcina variabilis* здатна до автотрофного росту, при цьому як єдине джерело вуглецю використовує CO_2 , енергії – H_2S , термінальний акцептор електронів – SO_4^{2-} .

Частина 8. Анаеробні грамнегативні коки. Хемоорганотрофи. Анаероби. Неспороутворювальні нерухливі клітини, які розміщуються поодинокі, попарно, ланцюжками чи скупченнями. Метаболізм виключно бродильного типу. Група представлена однією родиною Veillonellaceae, яка складається з трьох родів: *Veillonella*, *Acidaminococcus*, *Megasphaera*. Є паразитами теплокровних тварин, зустрічаються у травному тракті людини, жуйних тварин, гризунів, свиней.

Частина 9. Рикетсії та хламідії. Облігатні внутрішньоклітинні паразити еукаріотичних хазяїв (хребетних і членистоногих). Клітини паличкоподібні, кокоподібні та плеоморфні. Багато видів патогенні.

Рикетсії триби *Rickettsieae* є патогенними для людини (спричиняють сипний тиф, лихоманки), триби *Ehrlichieae* – непатогенними. Бактерії трибу *Wolbachieae* є симбіонтами членистоногих, непатогенні, за винятком роду *Rickettsiella* – патогенів для личинок комах і деяких інших безхребетних. Рикетсії родини *Bartonellaceae* виявляються в еритроцитах людини і хребетних тварин. Дрібні рикетсіальні форми родини *Anaplasmataceae* є облігатними паразитами плазми та еритроцитів крові багатьох диких і домашніх тварин.

Хламідії – це облігатні внутрішньоклітинні паразити людини та хребетних тварин, які розмножуються тільки у цитоплазмі крові.

Частина 10. Ковзні бактерії. Хемоорганотрофні, облігатно аеробні бактерії, позбавлені джгутиків, але здатні ковзати по твердій поверхні. За браку поживних речовин клітини агрегують з утворенням плодових тіл, які складаються із слизу та клітин, часто яскраво забарвлених і видимих неозброєним оком. Плодові тіла варіюють від простих грудочок до складних структур, які мають спорангії характерних форм і розмірів, розміщені поодинокі чи в групах на простих стеблинках, або на таких, які галузяться. Клітини всередині плодових тіл являють собою форми спокою (міксоспори або мікроцисти).

Плодові тіла здатні утворювати представники порядку *Mухobacteriales*. Міксобактерії характеризуються високою активністю літичних ферментів, які зумовлюють гідроліз білка, нуклеїнових кислот, полісахаридів та ін. Завдяки цьому вони активно руйнують мертві рослинні залишки, лізують клітини прокариот та еукаріот. Існують у ґрунті, на рослинному матеріалі, який розкладається, корі живих дерев.

Частина 11. Бактерії, які мають чохли. Хемоорганогетеротрофи. Аероби. Нездатні до руху ковзанням. Характерним є ріст у вигляді ниток, клітини яких оточені чохлами (трубка чи позаклітинна речовина). При

спостереженні у вологому препараті за допомогою фазово-контрастної мікроскопії трубка виглядає прозорою, нагадуючи пластикову мікротрубочку чи дудку. Іноді чохол буває настільки тонким і так щільно прилягає до клітини, що його неможливо розрізнити при фазово-контрастній мікроскопії. При добавленні в препарат 95%-го етанолу чохол стає видимим. Чохли можуть мати колір від жовтого до темно-коричневого за рахунок відкладень у них оксидів заліза та марганцю. Поодинокі клітини можуть бути рухливими за рахунок полярних або субполярних джгутиків або нерухливими.

Бактерії є вільноплаваючими чи прикріпленими до занурених у воду рослин, каменів та інших предметів. Існують у стічних водах, активному мулі, у морських і прісних водоймах. Найпоширенішими є бактерії родів *Sphaerotilus* – мешканці стічних вод та *Leptothrix* – розвиваються у місцях, багатих на органічний матеріал і залізо.

Частина 12. Бактерії, які брунькуються і/або стеблинкові. Деякі мають простеки – тонкі вирости, які складаються з клітинної стінки, мембрани і цитоплазми. Бруньки утворюються на кінці простеки чи на поверхні клітини. За їх допомоги бактерії прикріплюються до поверхні. Простеки утворюють бактерії родів *Caullobacter*, *Prosthecomicrobium*. Брункуванням розмножуються представники роду *Huphomicrobium*. Деякі розмножуються бінарним поділом. Простеки утворюють бактерії родів *Caulobacter*, *Prosthecomicrobium*. Бактерії роду *Huphomicrobium* розмножуються брункуванням. Бактерії роду *Pedomicrobium* накопичують залізо та марганець.

Частина 13. Грамнегативні хемолітотрофні бактерії. Залежно від хімічної природи неорганічних сполук, які є для бактерій джерелом енергії, поділяються на такі групи:

1) Нітрифікатори (використовують аміак і нітрити) *Nitrosomonas*, *Nitrosoisprira*, *Nitrosococcus*, *Nitrobacter*;

2) Бактерії, які окислюють сірку (неорганічні сполуки сірки) *Thiobacillus*, *Thiobacterium*, *Thiovulum*, *Thiospira*;

3) Облігатні окисники водню;

4) Бактерії, які утворюють, або накопичують оксиди і/або марганцю на поверхні або всередині клітини;

5) Магнітотаксичні бактерії, клітини яких мають магнітосоми.

Нітрифікатори існують у ґрунті, прісній і морській воді. Бактерії, які окиснюють сірку, живуть у ґрунті, воді, сіркових к ночах, сіркових родовищах, де утворюється сірководень і відкладається сірка. Бактерії родини *Siderocapsaceae* зустрічаються у водах, які містять залізо.

Частина 14. Ендосимбіонти. За типом хазяїна поділяються на три групи: ендосимбіонти найпростіших (інфузорії, джгутикові, амеби), комах, грибів та інших безхребетних (крім членистоногих). Всі ендосимбіонти адаптовані до внутрішньоклітинного існування, більшість з них нездатна рости поза клітиною. Відомо п'ять родів бактерій ендосимбіонтів найпростіших (*Halospora*, *Tectibacter*, *Lyticum*, *Caedibacter*, *Pseudocaedibacter*) і один рід ендосимбіонтів комах (*Blattabacterium*).

Клас Anoxyphotobacteria

Частина 15. Фототрофні бактерії. Бактерії, які містять бактеріохлорофіл, каротиноїди і здатні використовувати світло як джерело енергії. Ростуть на світлі в анаеробних умовах і не виділяють кисень у процесі фотосинтезу. Деякі здатні рости в темноті за рахунок кисневого дихання. Можуть існувати фотоавтотрофно, фотогетеротрофно та хемогетеротрофно. Не можуть використовувати як донор водню воду, вони потребують донорів з більш високим ступенем окиснення (сірководень, водень, органічні сполуки). Тому фотосинтез у них проходить без виділення кисню (анонсигенний фотосинтез). Не містять фікобіліпротеїнів. За здатністю використовувати елементну сірку як донор електронів поділяються на сіркові та несіркові бактерії. Морфологічно різноманітна група – коки, палички, вигнуті форми (спірили, вібріони), рухливі та нерухливі.

Бактерії належать до двох порядків. Перший порядок *Rhodospirilleles* (пурпурові бактерії) об'єднує родини *Rhodospirillaceae* (несіркові пурпурові бактерії) та *Chromatiaceae* (сіркові пурпурові бактерії), другий порядок

Chlorobiales (зелені бактерії) – родини Chlorobiaceae (зелені сіркові бактерії) та Chloroflexaceae.

Спільним для представників порядку Rhodospirillales є те, що їх фотосинтетичний апарат міститься на внутрішніх мембранах (тилакоїдах), які утворюються з інвагінацій плазматичної мембрани. Для представників порядку Chlorobiales характерне наявність хлоросом – органел, які вміщують пігмент і прилягають до плазматичної мембрани. Саме у хлоросомах міститься бактеріохлорофіл.

Пурпурові та зелені бактерії існують у водоймах із вмістом сірководню 20–100 мг/л і вище, що забезпечує їм анаеробні умови існування. Несіркові бактерії розвиваються у водоймах, багатих на органічні речовини. Живуть у солоних і прісних водоймах. Очевидно, є найдавнішими бактеріями на Землі.

Клас Охуphotobacteria

Частина 16. *Ціанобактерії.* Бактерії, які містять хлорофіл, а використовують світло як джерело енергії та виділяють кисень (як зелені рослини). Поділяються на дві групи:

1) організми, які містять хлорофіл а та фікобіліпротеїни (алофікоціанін, фікоціанін, іноді фікоеритрин). Мають назву ціанобактерії;

2) організми, які містять хлорофіли а та b (який властивий тільки зеленим водоростям і вищим рослинам), але не фікобіліпротеїни. Називаються прохлорофітами.

Поділяються на два порядки – Cyanobacteriales і Prochlorales. За морфологічними ознаками ціанобактерії поділяються на п'ять груп:

1) хроококові ціанобактерії – одноклітинні палички та коки, розміщені поодинокі чи в агрегатах, в яких об'єднані капсулами або слизом. Розмножуються бінарним поділом або брунькуванням. Роди: *Synechococcus* та *Gloeobacter* та ін.;

2) плеврокапсові ціанобактерії – теж одноклітинні форми, але тільки такі, які можуть розмножуватись і множинним поділом. При цьому всередині клітини, що ділиться, з'являється багато маленьких клітин – беоцитів. Роди:

Pleurocapsar, Dermocapsa, Muxocarcina та ін.;

3) нитчасті ціанобактерії без гетероцист – трихоми складаються тільки з вегетативних клітин. Роди: *Oscillatoria, Spirulina, Plectonema* та ін.;

4) нитчасті ціанобактерії з гетероцистами – роди *Anabena, Nostoc* та ін. Крім гетероцист, можуть утворювати акінети – клітини, які перебувають у стані спокою і диференціюються з вегетативної клітини утворенням товстої зовнішньої оболонки, збільшенням об'єму і накопиченням ціанофіцину, глікогену, ліпідів і каротиноїдів. Клітини діляться в одній площині;

5) нитчасті ціанобактерії з гетероцистами – відрізняються від групи 4 тим, що клітини діляться більш як в одній площині. Рід *Fischerella*.

Фотосинтетичний апарат представлений тилакоїдами. Відмінною рисою ціанобактерій є наявність фікобілісом – дископодібних утворень, які зовні прилягають до тилакоїдів і складаються з фікобіліпротеїнів. Фікобілісоми є світлозбиральними пігментами. Тільки у однієї ціанобактерії – *Gloeobacter violaceus* – немає тилакоїдів та фікобілісом.

Ціанобактерії поширені у різних водоймах, у ґрунті, на рисових полях. Завдяки здатності фіксувати молекулярний азот існують у місцях, бідних на поживні речовини (морський пісок, скелі в пустелях). Не бояться екстремальних умов. Деякі з ціанобактерій є настільки стійкими до дії кислот і термофільними, що ростуть у кислих гарячих джерелах (70 °С, рН 4,0).

Прохлорофіти є екзосимбіонтами, мешкають на тілах морських тварин.

Відділ Firmicutes

До відділу Firmicutes (табл. 11) відносять грампозитивні прокаріоти, що мають сферичну, паличкоподібну, нитчасту форму. Палички та нитки можуть бути такими, що гілкуються. Розмноження бінарним поділом. Деякі представники утворюють спори (ендоспори чи спори на гіфах або в спорангіях). Більшість представників нерухливі. Рухливі мають джгутики. Представники відділу є хемогетеротрофами, серед яких є аероби, анаероби, факультативні анаероби та мікроаерофіли. До цієї групи належать прості аспорогенні та спороутворювальні бактерії, а також актиноміцети та споріднені з ними

організми. Поділяються на два класи: Firmibacteria (складаються з трьох частини, № 17– 19); Thallobacteria (складаються з однієї частини № 20).

Таблиця 11

Мікроорганізми відділу Firmicutes

Клас Firmibacteria	
Частина 17. Грампозитивні коки	1) родина Micrococcaceae (роди: <i>Micrococcus</i> , <i>Staphylococcus</i> , <i>Planococcus</i>); 2) родина Streptococcaceae (роди: <i>Streptococcus</i> , <i>Pediococcus</i> , <i>Aerococcus</i> , <i>Gemella</i> , <i>Leuconostoc</i>); 3) родина Peptococcaceae (роди: <i>Peptococcus</i> , <i>Ruminococcus</i> , <i>Peptostreptococcus</i> , <i>Sarcina</i>).
Частина 18. Палички та коки, що утворюють ендоспори	Родину Bacillaceae, яка складається з п'яти родів (<i>Bacillus</i> , <i>Sporolactobacillus</i> , <i>Clostridium</i> , <i>Sporosarcina</i> , <i>Desulfotomaculum</i>)
Частина 19. Грампозитивні паличкоподібні бактерії, які не утворюють ендоспор	Родина Lactobacillaceae (рід <i>Lactobacillus</i>)
Клас Thallobacteria	
Частина 20. Актиноміцети та споріднені організми	Порядок Actinomycetales (родина Actinomycetaceae, роди <i>Actinomyces</i> , <i>Arachnia</i> , <i>Bifidobacterium</i>), родина Propionobacteriaceae (роди <i>Propionibacterium</i> , <i>Eubacterium</i>), родина Mycobacteriaceae (рід <i>Mycobacterium</i>), родина Frankiaceae (рід <i>Frankia</i>), родина Actinoplanaceae (роди <i>Actinoplanes</i> , <i>Streptonporangium</i>), родина Nocardiaceae (рід <i>Nocardia</i>), родина Streptomycetaceae (роди <i>Streptomyces</i> , <i>Streptoverticillum</i>), родина Micromonoporaceae (роди <i>Micromonospora</i> , <i>Thermoactinomyces</i> , <i>Thermomonospora</i> , <i>Microbispora</i> , <i>Micropolyspora</i>), роди <i>Corynebacterium</i> , <i>Arthrobacter</i> , <i>Cellomonas</i> , <i>Kurihia</i>

Клас Firmibacteria

Частина 17. Грампозитивні коки. Хемоорганотрофні, мезофільні, грампозитивні коки, що не утворюють спор і поділяються так:

1) аеробні коки, розміщені попарно, в скупченнях, тетрадах. Каталазопозитивні. Містять цитохроми. У клітинних стінках відсутні тейхоєві кислоти. Утворення кислот з вуглеводів часто відсутнє або слабо виражене (родина *Micrococcaceae*);

2) факультативно анаеробні або мікроаерофільні коки, розміщені попарно, в ланцюжках, кластерах або тетрадах. Присутність каталази, цитохромів і тейхоєвих кислот у складі клітинної стінки – варіабельні ознаки (родина *Streptococcaceae*);

3) строго анаеробні коки, розміщені попарно, в ланцюжках, тетрадах або пакетах кубічної форми. Цитохроми не виявлені. Результати тесту на каталазу, як правило, негативні, хоча в деяких випадках спостерігається слабка або псевдокаталазна активність (родина *Peptococcaceae*).

Бактерії **родини *Micrococcaceae*** є аеробами. Це коки, які діляться більш як водній площині. Хемоорганогетеротрофи. Рухливі або нерухливі. Існують у ґрунтах, прісних водах, на шкірі людини і тварин (рід *Micrococcus*), шкірних залозах, слизових оболонках теплокровних тварин і людини (рід *Staphylococcus*), у морській воді (рід *Planococcus*). В основному сапрофіти, але є патогенні види (*Staphylococcus aureus* – спричиняє фурункули, гнійні процеси і навіть сепсис).

Різноманіття родів **родини *Streptococcaceae*** ґрунтується на морфологічних ознаках і продуктах бродіння: бактерії родів *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Aerococcus* зброджують глюкозу з утворенням молочної кислоти, тобто є гомоферментативними. Бактерії роду *Leuconostoc* є гетероферментативними, оскільки у процесі зброджування глюкози утворюється не тільки молочна кислота, а й етанол, оцтова кислота, CO₂. Існують у ґрунтах, повітрі, воді, молоці та молочних продуктах (*Streptococcus lactis*, *Streptococcus cremoris*), квашених овочах, харчових продуктах. Можуть бути причиною псування продуктів (цукрового сиропу – *Leuconostoc mesenteroides*). Є паразитами ссавців (*Gemella*, *Streptococcus*). Особливо патогенними є стрептококи, які викликають у людини ряд захворювань

(лімфоаденіти, абсцеси, інфекції легенів, нирок та ін.).

До складу **роду** *Peptococcaceae* входять анаеробні нерухливі коки. У процесі бродіння утворюють CO₂, H₂, нижчі жирні кислоти, сукцинат, етанол. Молочна кислота не є основним продуктом бродіння. В основному сапрофіти – мешканці ґрунту (*Sarcina*), поверхні зернових культур, ротової порожнини і дихальних шляхів людини і тварин (*Peptococcus*), рубця жуйних тварин (*Ruminoccus*). Є патогенні види (*Peptostreptococcus*).

Частина 18. Палички та коки, що утворюють ендоспори. Бактерії, які утворюють стійкі до нагрівання ендоспори. Найчастіше – рухливі палички або нитки, але один рід представлений рухливими коками (розміщені в тетрадах або кубічних пакетах). Здебільшого грампозитивні, зокрема в молодих культурах, але представники одного роду є грамнегативними. Облігатні аероби, факультативні анаероби, мікроаерофіли або строгі анаероби. Хемоорганотрофи. У одного роду анаеробних бактерій анаеробне дихання відбувається з використанням сульфату як термінального акцептора електронів.

Ця група бактерій характеризується великою різноманітністю властивостей. Серед них є маслянокислі бактерії (*Clostridium butyricum*), ецетанобутилові (*Clostridium acetobutyricum*), уролітичні (*Sporosarcina ureae*). фіксатори атмосферного азоту (*Clostridium pasteurianum*), продуценти антибіотиків, ферментів, амінокислот, токсинів. Продуцентами всіх цих біологічно активних сполук є представники роду *Bacillus*. Найбільш продуктивним видом є *Bacillus subtilis*, для якого описано понад 70 різних антибіотиків. Близько 30 антибіотиків утворюють штами *Bacillus brevis*. Встановлено, що *Bacillus subtilis* індукує утворення інтерферону другого типу. Інтерфероногенність бацил пов'язують з продукуванням ними позаклітинних лектинів.

Бактерії цієї групи існують у ґрунтах, донних відкладеннях, мулі, прісних і солоних водоймах. Сапрофіти, але є і паразити, навіть особливо патогенні: види клостридій викликають газову гангрену, ботулізм.

Частина 19. Грампозитивні паличкоподібні бактерії, які не утворюють ендоспор. Прямі чи вигнуті палички, нерухливі (є небагато рухливих), факультативні чи облігатні анаероби. Мешканці рослин, молока та молочних продуктів, пива, солінь, маринадів, травного тракту людини та теплокровних тварин. Сапрофіти, за винятком тих, які відіграють певну роль у карієсі зубів. Основним продуктів бродіння є молочна кислота, тому ці бактерії називають «молочнокислими».

Клас *Thallobacteria*

Частина 20. Актиноміцети та споріднені організми.

Порядок Actinomycetales (родина Actinomycetaceae, роди *Actinomyces*, *Arachnia*, *Bifidobacterium*). Актиноміцети – це грампозитивні бактерії, які утворюють розгалужені нитки або гіфи у вигляді міцелію, тобто утворюють подібність міцелію (повітряного та субстратного) (рис. 12). Міцелій може бути стабільним або розпадатися на паличкоподібні та кокоподібні елементи. Якщо міцелій зберігається, то утворюються спори, за допомогою яких відбувається розмноження. Спори можуть утворюватись безпосередньо на повітряних гіфах (спорофорах), від яких відшнуровуються конідії, або в спорангіях. Деякі представники утворюють спори зі джгутиками (рухливі). Рухливість у актиноміцетів (якщо вона є) за рахунок джгутиків. Майже всі аероби.

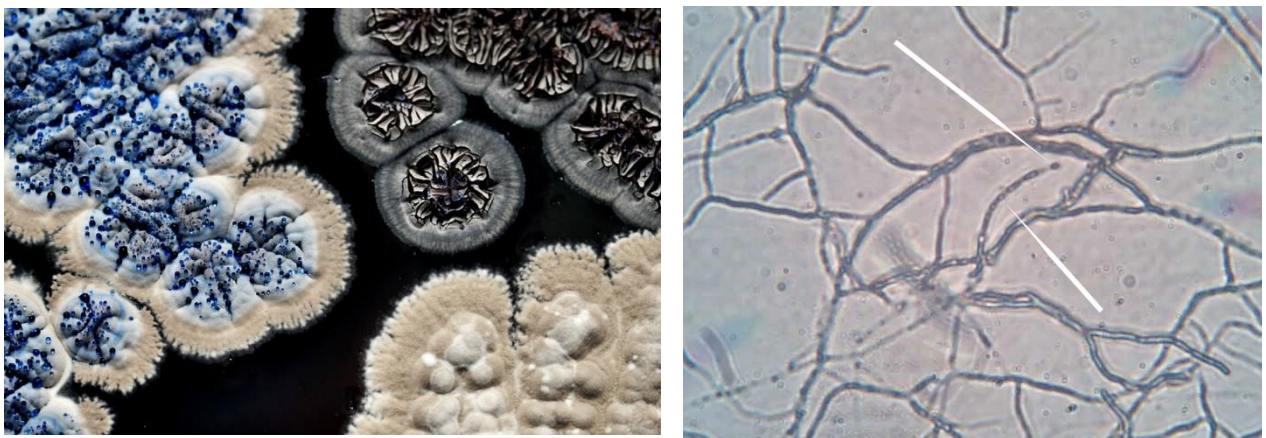


Рис.12 Морфологія представників родини Actinomycetales
(<https://taxateca.com/ordenactinomycetales.html>)

Свою назву актиноміцети отримали від першого з описаних видів – *Actinomyces bovis* – «променистого грибка», який викликає актиномікоз – захворювання великої рогатої худоби. Хемоетеротрофи, використовують різноманітні джерела енергії, у тому числі і складні полімери. Роди розрізняються за морфологічними ознаками, а також за наявністю чи відсутністю маркерних хімічних компонентів клітинної стінки.

Споріднені організми – це корінеформні та пропіонові бактерії.

Корінеформні бактерії – це грам-позитивні паличкоподібні форми, схильні до морфологічної мінливості з утворенням булавоподібних, слабкорозгалужених клітин, які часто розміщуються під кутом у вигляді літер V, Y. Мають також вигляд неправильних паличок, які переходять у кокоподібні форми (притаманний цикл кок–паличка–кок). Більшість нерухливі, некислотостійкі, хемоорганотрофи, переважно облигатні аероби, але є факультативні анаероби. Бактерії роду *Corynebacterium* є аеробними органотрофами. Існують у ґрунті, воді, повітрі, ряд видів є збудниками хвороб рослин, тварин і людини (наприклад, збудник дифтерії – *Corynebacterium diphtheriae*). Артробактерії живуть у ґрунті, здійснюють процеси амоніфікації, нітрифікації, фіксації молекулярного азоту, розкладають пластмаси, гербіциди, фунгіциди, сполуки із вмістом ртуті. Бактерії роду *Cellulomonas* розкладають целюлозу, їх клітинні стінки не містять ні лезо-діамінопімелінової кислоти, ні арабінози.

Анаеробні мікроорганізми у цій групі представлені органотрофними неспорувими бактеріями: маслянокислими *Eubacterium*, *Butyriovibrio*, гомоацететними *Acetobacterium*, молочнокислими *Bifidobacterium*, пропіоновокислими *Propionibacterium*, термофільними *Thermoanaerobacter*, які здійснюють різноманітні види бродінь з виділенням H_2 з утворенням різних жирних кислот.

Родина *Mycobacteriaceae* (під *Mycobacterium*). Мікобактерії – кислотостійкі аеробні нерухливі органотрофні палички *Mycobacterium*, які не утворюють спор. Характеризуються повільним ростом (від 2 до 40 діб) і

кислотостійкістю (після фарбування не знебарвлюються при обробці підкисленим спиртом або сильними неорганічними кислотами). Кислотостійкість зумовлена присутністю у клітинних стінках міколових кислот, які містять 78–95 атомів вуглецю. Тільки довголанцюгові міколові кислоти надають клітинам кислотостійкості. Слід зазначити, що міколові кислоти присутні у клітинних стінках корінебактерій (рід *Corynebacterium*) та нокардій (рід *Nocardia*), але їх ланцюги мають меншу довжину (у міколових кислотах корінебактерій міститься 32–36 атомів вуглецю, у нокардій – 48–58), і тому ці бактерії некислотостійкі. За Грамом фарбуються слабо. Іноді утворюють нитки, які галузяться. Повітряний міцелій не утворюють. Більшість сапрофіти, але є патогенні для людини (збудник туберкульозу). Живуть у ґрунті, воді, тканинах тварин.

Родина Nocardiaceae (рід *Nocardia*). Нокардієформи – схильні до утворення розгалужених форм і слабо розвинутого міцелію грамозитивні бактерії. Типовим родом групи є *Nocardia*. Органотрофні бактерії роду *Rhodococcus* незважаючи на свою назву не мають нічого спільного з пурпуровими несірковими бактеріями. Аероби, які відносно повільно ростуть, здатні ефективно використовувати вуглеводні нафти.

Родина Actinoplanaceae (роду *Actinoplanes* *Streptonporangium*). Актиноплани – водні актиноміцети, утворюють добре розвинутий як субстратний, так і повітряний міцелій. Спори утворюються у мішкоподібних спорангіях, в яких витримують висушування. Але при зволоженні спори вивільнюються у вигляді рухливих джгутикових клітин. Роди: *Actinoplanes*, *Dactyloporangium*.

Родина Streptomycetaceae (роду *Streptomyces*, *Streptoverticillum*). Стрептоміцети утворюють добре розвинутий міцелій, розмножуються конідіями. Мають будову, аналогічну будові грибів, але з більш тонкими прокаріотними гіфами, які містять багато нуклеоїдів і не завжди розділені на окремі клітини. Це насамперед ґрунтові організми, які пристосовані до існування у відносно засушливих умовах. їм притаманна висока гідролітичне

активність щодо різних полімерів. Багато які стрептоміцети асимілюють целюлозу, хітин та інші природні речовини, що важко розкладаються. Міцелій поділяється на субстратний і повітряний, який служить для розмноження. Конідіеспори є одночасно і органами розмноження, і формами спокою. Стрептоміцети є продуцентами антибіотиків (стрептоміцин, хлороміцетин, ауреоміцин, тетрацикліни). Роди: *Streptomyces* (понад 500 видів), *Streptoverticillium*, *Intrasporangium*, *Kineosporia*, *Sporichthya*.

Геодерматофіли і франкії – актиноміцети, що не утворюють міцелій. Роди: *Dermatophilus*, *Geodermatophilus*, *Frankia*. Аеробні органогрофи. *Frankia* є азотфіксувальним симбіонтом вільхи, який утворює на її коренях бульбочки (подібно до ризобій). Характеризуються наявністю типового повітряного міцелію зі спорангієм, розділеним на багато спор.

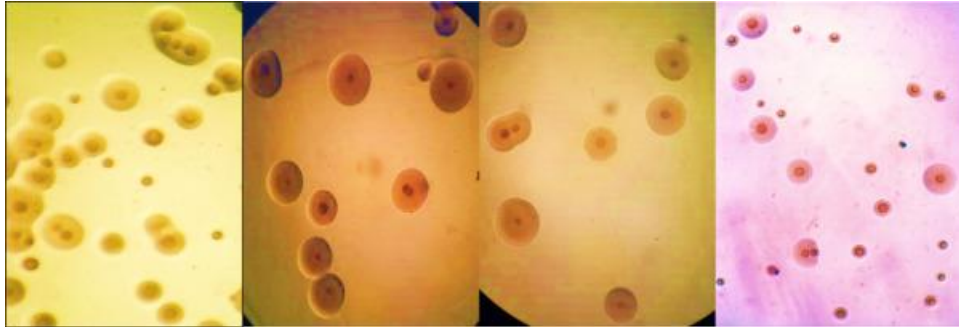
Мадуроміцети або олігоспорові актиноміцети мають таку саму міцеліальну будову, що й інші актиноміцети, але на відміну від них утворюють невелику кількість конідій. Роди розрізняються перш за все формою конідієносців. Роди: *Actinomadura*, *Micgobivroga*, *Pianomonospora*, *Microtetraspora*, *Spirillospora*, *Streptoeporangium*.

Термоактиноміцети виділені за їх здатністю до помірної термофілії. Роди: *Thermoactinomyces*, *Thermomonospora*, *Actinosynnema*, *Nocardiosis*, *Streptoalloteichus*.

Відділ Tenericutes

Представники відділу Tenericutes є прокаріотами, у яких відсутня клітинна стінка (називаються *мікоплазмами*) і які не здатні до синтезу попередників пептидоглікану (рис. 13). Клітини оточені елементарною плазматичною мембраною, плеоморфні, розрізняються за розмірами (найменший розмір 0,15– 0,20, найбільший – 10 мкм). Характерні нитчасті форми, що галузяться. Розмноження може відбуватися брунькуванням, фрагментацією та/або бінарним поділом. Нерухомі, для деяких видів характерна рухомість (ковзання). За Грамом не фарбуються. Для росту потрібні складні поживні середовища (середовища з високим осмотичним тиском). Ці організми

інколи нагадують L-форми бактерій, які не мають клітинної стінки (особливо часто виникають у грампозитивних еубактерій), але відрізняються від цих еубактерій тим, що не здатні ревертувати до нормального типу і утворювати клітинну стінку. Багатьом видам додатково потрібні для росту холестерол і довголанцюгові жирні кислоти.



*Рис. 13 Представник мікоплазм **Mycoplasma gallisepticum** (S. Marouf et al., 2022, <https://doi.org/10.1016/j.psj.2021.101658>)*

Відсутність клітинної стінки зумовила своєрідність будови бактерій цієї групи: 1) поліморфізм клітин – сферичні, еліпсоподібні, дископодібні, паличкоподібні, нитчасті, такі, що галузяться; 2) стійкість до антибіотиків, які специфічно діють на клітинну стінку (наприклад, до пеніциліну та його аналогів); 3) наявність добре розвинутої стабільної еластичної плазматичної мембрани.

Представники відділу утворюють клас Mollientes (складається з однієї частини – № 21). Види, які належать до цього класу – найдрібніші прокариоти, здатні самостійно розмножуватися. Вони об'єднані в порядок Mycoplasmetales і три родини Mycoplasmataceae, Acholeplasmataceae, Spiroplasmataceae. Різноманіття мікоплазм на родини проведена за їх відношенням до стеринів: стерин-залежні мікоплазми родини Mycoplasmataceae потребують екзогенного холестерину (та інших стеринів), який є основним компонентом мембранних ліпідів паразитичних мікоплазм; мікоплазми родини Acholeplasmataceae є стерин-незалежними.

Енергію одержують за рахунок окислення чи зброджування органічних

сполук (моно- і полісахариди), неорганічних сполук (залізо, марганець). Відсутність хінонів і цитохромів свідчить про те, що дихальний ланцюг у них обмежений. Більшість – аероби, є облигатні анаероби. Є ацидофіли, які здатні рости тільки в умовах високої кислотності середовища – *Thermoplasma acidophilum*, рН 1–4. Представники роду *Thermoplasma* є термофілами, деякі мікоплазми здатні гідролізувати сечовину (рід *Ureaplasma*).

Серед мікоплазм виявлені сапрофітні, паразитичні та патогенні форми. Останні спричиняють хвороби тварин, рослин і культур тканин. У рослин мікоплазми є збудниками захворювань етіюлювання. Вони переважно локалізуються у флоемі і у зв'язку з їх зовнішньою подібністю із спірилами об'єднані в рід *Spiroplasma*. *Spiroplasma citri* – збудник хвороби етіюлювання цитрусових. Подібні форми були виявлені у інших рослин (кукурудза, бермудська трава, рис). *Spiroplasma* була виявлена також у бджіл і коників. Ймовірно, що комахи не тільки переносять мікоплазми, але і є їх хазяями.

Відділ Mendosicutes

Архебактерії – переважно ґрунтові або водні мікроорганізми, також є симбіонтами тварин. Аероби, анаероби. Хемоорганотрофи, гетеротрофи або факультативні гетеротрофи. Деякі можуть існувати при t більше 100°C . До складу ефірів у них входять ізопренільні ефіри гліцерину. Нуклеотидні послідовності 5S-, 16S-, 23S- рРНК сильно відрізняються від еубактерій і еукаріот. В клітинних стінках мурен відсутній. У грампозитивних представників клітинні стінки складаються із псевдомуреїну, метанохондроїтину, гетерополісахариду. Грамнегативні клітини мають поверхневі шари, які складаються з глікопротеїну. Форма клітини різноманітна: Сферична, спіральна, пластинчата, паличкоподібна. Зустрічаються багатоклітинні форми у вигляді ниток або агрегатів. Розмноження – бінарним поділом, брунькуванням, перетяжкою, фрагментацією. Можуть бути забарвлені у червоний, пурпуровий, рожевий, оранжево-коричневий, жовтий, зелений, сірий та білий колір.

Поділяються на 5 основних груп:

1. **Метаногенні** (*Methanobacterium*, *Methanococcus*, *Methanosarcina*, *Methanospirillum*, *Methanobreviobacterium*, *Methanogenium*, *Methanotrix* та ін.). Облігатні анаероби, кінцевий продукт метаболізму яких – метан. Субстратами є H_2+CO_2 , форміат, ацетат, метанол, метиламіни, H_2 +метанол. Сірку можуть відновлювати до H_2S . Мезо- і термофіли, нейтрофіли (рН=7), зустрічаються галофільні види.

2. **Сульфатредуючі археї.** Рід *Archaeoglobus* (*A. fulgidus* та *A. Profundus*). Клітини кокоподібні неправильної форми, часто трикутні, розміщені поодинокі чи парами. Фарбуються за Грамом негативно. Утворюють зеленувато-чорні колонії діаметром 1–2 мм. Облігатні анаероби, здатні утворювати H_2S із сульфатів. Утворюють невеликі кількості метану. Екстремальні термофіли, рН 4,5–7,5. Хемолітотрофи, хемоорганотрофи, хемоміксотрофи. Для автотрофного росту потрібні тіосульфат і H_2 . Гетеротрофи споживають форміат, лактат, глюкозу, крохмаль і білки.

3. **Галобактерії.** Грамнегативні чи грампозитивні, аероби чи факультативні анаероби, хемоорганотрофи. Клітини паличкоподібні, мають форму від правильної до дуже неправильної. Хемоорганотрофи. Потребують високої концентрації NaCl. Деякі здатні використовувати світло для синтезу АТР (містять фотоактивний червоно-пурпуровий пігмент бактеріородопсин). Нейтрофіли чи алкалофіли. Мезофіли чи до деякої міри термофіли (до 55° C). Роди *Halococcus*, *Halobacterium*, *Haloarcula*. *Haloferox*, *Natronobacterium*, *Natronococcus*

4. **Архебактерії, які не мають клітинної стінки.** Термоацидофіли, аероби (рід *Thermoplasma*). Оптимальна температура близько 60°C, оптимальне значення рН 1–2. Клітини кокоподібні, не мають клітинної стінки. Їх можна назвати термоацидофільними «мікоплазмами». Цитоплазматична мембрана містить багатий на манозу глікопротеїн і ліпоглікан.

5. **Екстремальні термофіли і гіпертермофіли, які метаболізують сірку.** Екстремальні термофіли і гіпертермофіли, які метаболізують S. Облігатні термофіли, аероби, факультативні анаероби чи строгі анаероби. Грамнегативні

палички, нитки чи коки. Оптимальною для росту є температура в інтервалі 70–105°C. Ацидофіли та нейтрофіли. Автотрофи чи гетеротрофи. Більшість видів метаболізує сірку. Належать до 14 родів (*Acidianus*, *Desulfurolobus*, *Sulfolobus*, *Pyrobaculum*, *Pyrococcus*, *Desulfurococcus* та ін.).

Філогенетична класифікація мікроорганізмів

До 1977 р. серед мікробіологів загальноновизнаним вважалося існування двох царств живих організмів – прокаріот та еукаріот. У 1977 р. К.Р. Везе та Г.Е. Фокс порівняли нуклеотидні послідовності 16S рРНК (і аналогічні еукаріотичні 18S рРНК) у широкого спектра живих організмів. Гени, які кодують рРНК, є висококонсервативними, і тому рРНК дуже мало змінюються в процесі еволюції. Ці інформаційні молекули розглядають як молекулярні хронометри, що відображають походження та розвиток мікроорганізмів. Результати порівняння показали, що існує три царства живих організмів: архебактерії, еубактерії та еукаріоти. Архебактерії та еубактерії розрізняються між собою настільки, як кожен з них відрізняється від еукаріот.

Результати досліджень, проведених К.Р. Везе та Е. Стекебрандтом у першій половині 80-х років ХХ ст., показали, що при аналізі нуклеотидних послідовностей 16S рРНК еубактерії поділяються на 11 основних груп (рис. 14).

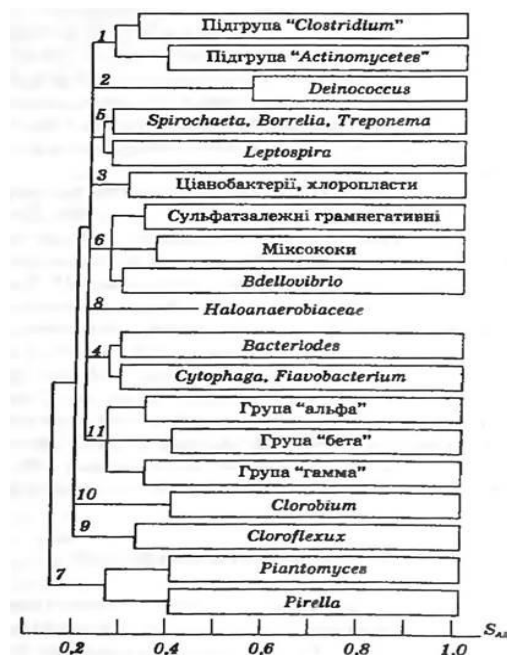


Рис. 14 Дендрограма формування основних ліній еволюції в царстві еубактерій

Групи мікроорганізмів згідно філогенетичної класифікації:

1. Грампозитивні бактерії утворюють одну групу (виняток – *Deinosoccus*), яка складається з двох підгруп: кластридії (з низьким вмістом ГЦ у ДНК) та актиноміцети (з високим вмістом ГЦ у ДНК). У цю групу ввійшли також і деякі мікоплазми.

Підгрупа «*Clostridium*» об'єднує такі роди: *Acetobacterium*, *Clostridium*, *Eubacterium*, *Acetogenium*, *Acholeplasma*, *Mycoplasma*, *Spiroplasma*, *Bacillus*, *Brochothrix*, *Listeria*, *Gamella*, *Enterococcus*, *Streptococcus*, *Kurthia*, *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Pediococcus*, *Peptococcus*, *Planococcus*, *Staphylococcus*, *Ruminococcus*, *Sarcina*, *Sporolacfabacillus*, *Sporosarcina*, *Thermoactinomyces*, *Erysipelothrix*, *Aerococcus*.

У підгрупу «*Actinomycetes*» увійшли роди: *Actinomadura*, *Nocardiosis*, *Actinomyces*, *Bifidobacterium*, *Propionibacterium*, *Actinoplanes*, *Ampullariella*, *Arthrobacter*, *Micrococcus*, *Aureobacterium*, *Brevibacterium*, *Cellulomonas*, *Curtobacterium*, *Microbacterium*, *Nocardioides*, *Kitasatosporia*, *Microellobosporia*, *Promicromonospora*, *Streptosporangium*, *Streptovercillium*, *Thermomonospora*, *Corynebacterium*, *Dactylosporangium*, *Micromonospora*, *Microbacterium*, *Rhodococcus*, *Nocardia*, *Streptomyces*, *Dermatophilus*, *Geodermatophilus*, *Stomatococcus*, *Frankia*.

2. *Deinosoccus* і близькоспоріднені коки характеризуються атиповою клітинною стінкою.

3. Ціанобактерії та хлоропласти вищих рослин і водоростей, гетеротрофний представник цієї групи не був виявлений.

4. Одна з основних груп еубактерій, яка складається з підгруп *Bacteroides*, *Flavobacterium*, *Cytophaga*. Остання підгрупа поділяється на дві лінії, в кожній з яких є флавобактерії.

5. Спірохети утворюють групу з трьох підгруп, в яких комбінуються *Spirochaeta*, *Borrelia*, *Treponema*; периферійний член цієї гілки – *Leptospira*.

6. Група об'єднує *Vdellovibrio*, міксококи, дисимільаторні сірко- і сульфатовідновлювальні бактерії, які майже не мають спільних таксономічних ознак. Наявність сульфатовідновлювальних бактерій також серед архебактерій, грамнегативних і грампозитивних бактерій свідчить про те, що їх еволюція могла йти різними шляхами.

7. Група *Plantomycetes* та *Pirella* – організми, які брунькуються, мають білкову клітинну стінку (відсутня мурамова та діамінопімелінова кислоти). Дуже низьке значення $SAB(0,15)$ з іншими бактеріями вказує на те, що члени цієї групи є нащадками найдавнішої групи еубактерій.

8. *Haloanaerobiaceae* – анаеробні, помірно галофільні бактерії з низьким вмістом ГЦ у ДНК.

9 і 10. Зелені сіркові бактерії – окрема лінія еволюції *Chlorobium vibrioforme*.

11. Найскладніша для розуміння та інтерпретації група, яка представлена пурпуровими та спорідненими з ними грамнегативними бактеріями. До неї увійшли фенотипово різні організми. Склад групи 11 практично ніяк не узгоджується з існуючою класифікацією бактерій, наведеною у визначнику Бергі. Група об'єднує три основні підгрупи (альфа, бета, гамма), кожна з яких містить фототрофні бактерії. Причому таке згрупування було отримано на основі як результатів ДНК–ДНК-гібридизації, так і визначення нуклеотидних послідовностей 16S рРНК. Передбачають, що спільним предком цієї групи бактерій був фототроф.

Порівняння філогенетичної структури бактерій з традиційною фенотиповою систематикою (особливо група 11) відразу показує значні відмінності. Інша картина спостерігається для архебактерій, класифікація яких з самого початку базувалась на аналізі 16S рРНК. Філогенетична структура архебактерій цілком узгоджується з фенотиповою класифікацією (рис. 15).

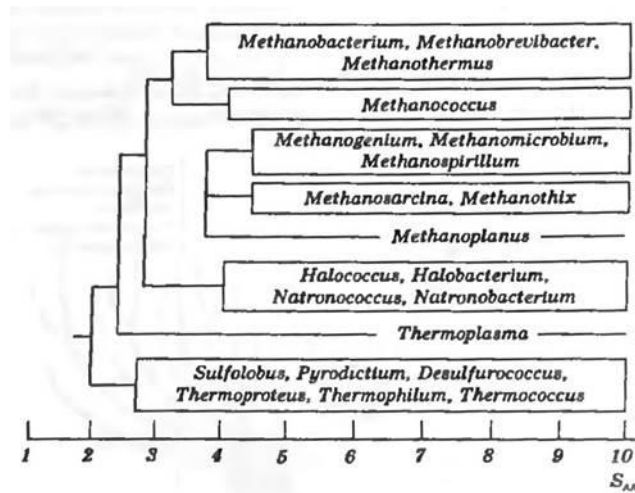


Рис.15 Дендрограма формування основних ліній еволюції в царстві археобактерій

Archaea

Об'єднує три порядки (Thermoproteales, Sulfolobales, Thermococcales), одну родину (Halobacteriaceae), два роди (*Archaeoglobus* і *Thermoplasma*), метаногенні бактерії (таксон невизначеного рангу).

Bacteria

1. **Відділ А.** Firmicutes містить в собі дев'ять родин (Streptomycetaceae, Pseudonocardaceae, Frankiaceae, Thermomonosporaceae, Streptosporangiaceae, Nocardaceae, Cellulomonadaceae, Dermatophilaceae, Heliobacteriaceae), 67 родів, а також таксони невизначеного рангу (*Lactobacillus*, *Carnobacterium*, анаеробні граммпозитивні коки).

2. **Відділ В.** Cyanobacteria – один порядок (Prochlorales).

3. **Відділ С.** Proteobacteria – сім родин (Enterobacteriaceae, Vibrionaceae, Pseudomonaceae, Azotobacteriaceae, Halomonadaceae, Chromatiaceae, Ectothiorhodospiraceae), 78 родів, а також таксони невизначеного рангу (*Rhizobium* і *Moraxella*; *Mycobacteria*; бактерії, що окиснюють марганець; літотрофні бактерії, що окиснюють амоній; незвично вигнуті бактерії; грамнегативні мезофільні сульфатовідновлювальні бактерії).

4. Спірохети – чотири роди (*Spirochaeta*, *Treponema*, *Borrelia*, *Leptospira*).

5. Chlorobiaceae – порядок Cytophagales, родину Chlorobiaceae, сім родів.
6. Хламідії – рід *Chlamydia*.
7. Плантоміцети і споріднені бактерії – порядок Planctomycetales і чотири роди.
8. Родина Deinococcaceae, рід *Thermus*, а також споріднені мікроорганізми.
9. Chloroflexaceae і споріднені бактерії – родина Chloroflexaceae і чотири роди.
10. Рід *Verrucomicrobium*.
11. Порядок Thermotogales.

Частина таксонів філогенетично не окреслена. До них належать більшість форм, що ростуть у симбіозі з іншими організмами; термофільні аеробні водневі бактерії; морфологічно різні бактерії, які окиснюють сірку; великі спірохети-симбіонти; організми, подібні до мікоплазм (патогенні для рослин); 12 родів бактерій (у тому числі *Zooglea*, *Leptotrichia*, *Gallionella*, *Caulococcus*, *Kuznezovia*, *Siderocapsa*, *Fusobacterium*) і деякі інші.

БІОРИЗНОМАНІТТЯ ВІРУСІВ, МОРФОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ

Світ вірусів та світ мікробів діаметрально протилежні один одному і ці організми взагалі не схожі: їх фізіологія, структура та способи розмноження відрізняються. Для того, щоб це стало аксіомою, потрібно було багато часу.

Так що ж таке вірус?

Вірус – це біологічна неклітинна форма існування, яка характеризується облігатним, внутрішньоклітинним паразитизмом та антигенністю для всіх відомих тварин, рослин, бактерій, грибів, найпростіших та інших живих істот. При цьому вони мають власний, нерідко унікальний геном і спроможні до відтворення лише в живих клітинах-господарях. Він (геном) представлений тільки одним типом нуклеїнової кислоти і репродукуються в живих клітинах використовуючи їх синтетичний апарат, викликають синтез спеціалізованих структур, що здатні переносити геном віруса в інші клітини. Це відображає дві суттєвих якості вірусів: по-перше, наявність у вірусів власного генетичного матеріалу, який використовує біохімічний апарат клітини-господаря і по-друге, існування у вірусів позаклітинної інфекційної фази, яка представлена спеціалізованими частинками або віріонами, що репродукуються під генетичним контролем даного вірусу і слугують для введення геному вірусу в інші клітини.

Перше чітке описання вірусного захворювання було зроблено в далекій давнині грецьким лікарем, кумиром олімпійських спортсменів того часу – Гіппократом. Історики медицини, вивчаючи його роботи показали, що ним було пророблено чітку характеристику паротиту із усіма симптомами хвороби, етапів розвитку хвороби, поясненням його етіології, особливо для маленьких дітей.

Дуже багато лікарів та мікробіологів будували свої думки на аналогії між мікробними та вірусними хворобами, тому що саме мікробіологи почали займатися вірусологією.

Саме в останні дві декади 19-го століття були обгрунтовані відомості про бактерії та їх роль, як патогенів. Це було пов'язано із запропонуванням методу

імерсійної мікроскопії та інших винаходів, що було пов'язано із ім'ям Роберта Коха та інших науковців. Особливу роль зіграла така хвороба як мозаїка тютюну.

Вік дійсної науки про віруси – нараховує трохи більше 100 років, коли у 1892 році наш співвітчизник Дмитро Йосипович Івановський в Київському університеті (зараз Київський національний університет ім. Т.Г. Шевченка), захищав дисертацію і вперше говорив про дивного агента захворювання, що проходить крізь бактеріальний фільтр. Трохи пізніше у 1898–99 рр. голландський вчений Мартін Бейеринк показав, що цей агент не бактерія, як говорив Івановський, а інфекційний рідкий зачаток – *contagium vivum fluidum*.

Згодом було показано, що віруси на відміну від інших біологічних форм спричиняють інфекційні захворювання і відтворюються лише в живих клітинах автотрофних, гетеротрофних та інших організмів. При цьому необхідно зазначити, що віруси на відміну від бактерій неможливо культивувати *in vitro* на штучних живильних середовищах. Вони мають субмікроскопічні розміри, унікальну морфологію, відносно простий біохімічний склад, фізичну структуру, характеризуються різними проявами зовнішніх симптомів на інфікованих рослинах. У 1962 р. вірусолог Андре Львофф детально описав та визначив роль вірусів у біогеоценозі.

Виникає питання, чому саме вірусологія, яка зародилася в надрах мікробіології, за період 25–30 років зробила такий потужний крок? Що до цього спонукало?

- По-перше – по мірі скорочення ролі бактерій, найпростіших та грибів в інфекційній вірусології людини, тварин та рослин, для профілактики та лікування яких вже відомо багато біологічних та хіміотерапевтичних препаратів, відносна маса вірусів в інфекційній патології значно зростає. Проти багатьох вірусних захворювань наука ще не винайшла подібних препаратів, а хіміотерапія вірусних хвороб – явище тонке і робить ще тільки перші кроки.
- По-друге, загальновідомо, що віруси – незалежна категорія нижчого ступеню існування. Завдяки відносній простоті їх широко використовують в якості

біологічних моделей в молекулярній біології, генетиці, генній інженерії, біохімії, імунології та ін.

■ По-третє, віруси – це модельна система з вивчення багатьох біологічних закономірностей для користі людству. Роль вірусів, як складових біогеоценозу неперевірена. Відношення цих патогенів знаходить себе у багатьох розділах науки – медицині, легкій та харчовій промисловостях тощо.

Тільки у 40-і роки минулого століття стало відомо, що майже 80% всіх інфекційних хвороб викликається вірусами, а не мікробами, як це вважали раніше.

Перелік описаних вірусних захворювань живих істот зростає кожен день. У теперішній час відомо вже більше 1000 вірусів рослин. І так в кожному розділі вірусології. На жаль це сумна статистика.

Щодо рослин – так практично кожна рослина має свій власний вірус, що призводить до значних змін у фізіології та втрат властивих функцій організму, і як наслідок для сільськогосподарських культур – втрати врожаїв та технологічної якості в досить великих відсотках.

Історія та сучасні принципи номенклатури та класифікації вірусів

Після відкриття вірусів, була відома єдина їх фізико-хімічна особливість – здатність проходити через бактерійні фільтри. По суті, це була оцінка розміру віріонів вірусів, яка ставила їх окремо від мікроорганізмів. У той час визначення інакших властивостей вірусів було неможливим, тому дослідження були спрямовані на вивчення інфекційного процесу і реакції на зараження з боку організму. З цієї причини перші спроби класифікації ґрунтувалися на схожості патогенних властивостей вірусу, наприклад, виділяли «віруси гепатиту», або на їх органотропності, наприклад «респіраторні віруси». У міру проникнення в природу вірусів, з 1950-х років робилися різноманітні спроби їх класифікації, на основі різноманітних властивостей. Було запропоновано цілу низку класифікацій, часто взаємовиключних.

Існує три основні гіпотези щодо походження вірусів:

1) від доклітинних форм життя (автори: вірусологи А.О. Смородінцев, А.С.

Кривицький, 1953; В.М. Жданов, 1953);

2) від бактерій (автори: французький мікробіолог, Нобелівський лауреат Ж. Ніколль, 1925; американський вірусолог Р. Грін, 1935; австралійський вірусолог та імунолог, Нобелівський лауреат Ф.М. Бернет, 1943);

3) від компонентів клітини (автори: американські вірусологи, Нобелівський лауреат С. Лурія і Дж. Дарнелл, 1967).

В основу сучасної класифікації вірусів покладено такі основні критерії:

- 1) тип нуклеїнової кислоти (ДНК або РНК), її структура (кількість ниток);
- 2) наявність зовнішньої ліпопротеїнової оболонки;
- 3) стратегія вірусного геному (механізм реплікації);
- 4) розмір і морфологія віріона, тип симетрії, кількість капсомерів;
- 5) форми генетичних взаємодій;
- 6) спектр сприйнятливих хазяїв;
- 7) патогенність, у тому числі цитопатичні зміни та утворення тілець-включень у клітинах;
- 8) географічне поширення;
- 9) спосіб передавання;
- 10) антигенні властивості.

В 1966 році був створений Комітет з номенклатури вірусів. В 1973 році його перейменували в Міжнародний комітет з таксономії вірусів МКТВ (International Committee on Taxonomy of Viruses ICTV). Завданням даного комітету є підготовка та видавництво праць з удосконалення таксономії та номенклатури вірусів. Правила що встановлює ця організація є обов'язковими для всіх наукових публікацій в міжнародних журналах.

Існувало багато варіантів класифікацій вірусів взагалі, наприклад класифікації по Брауну, Метьюзу, Балтімору. На даний час однією із нових являється класифікація за Франкі (1991).

Нині відомо понад 3600 видів вірусів хребетних, безхребетних, рослин, грибів, найпростіших і бактерій. Із них 1550 класифіковані в 3 порядки, 56 родин, 9 підродин і 233 роди. З урахуванням штамів і серотипів налічується

понад 30 000 вірусів. Віруси хребетних входять до 2 рядів, 28 родин, із яких 10 –ДНК-вмісні і 18 – РНК-вмісні, 7 підродин і 85 родів.

Всі віруси належать до царства – *Vira*. Це царство розподіляється на РНК- та ДНК-вмісні віруси. Надалі віруси розподіляються на одно- та дволанцюгові за структурою нуклеїнової кислоти або від заряду таких – негативний геном чи позитивний. Також іде розподілення за морфологією – ниткоподібні, видовжені чи ізометричні. Більшість вірусів, як відомо, складаються із нуклеїнової кислоти та білкового капсиду, що її вкриває, але є розподілення також на такі, що мають суперкапсид.

Деякі віруси мають свій геном в одній часточці (моногеномні), але існують і такі, що мають свій геном в багатьох частках вірусів (мультигеномні). Він розподіляється на дві, три рідше на чотири часточки.

Інші характеристики в класифікації вірусів включають в себе симетрію спіралі у ізометричних вірусів, розміри вірусів, а також інші фізичні, хімічні та біологічні властивості.

Ряд вірусів – це зібрання родин з загальними характеристиками, що відрізняються від інших рядів та родин. Він позначається назвою з суфіксом – *virales*. Віруси рослин об'єднані в три ряди: *Caudovirales*, що включає родини *Myoviridae*, *Siphoviridae*, *Podoviridae*; ряд *Mononegavirales* включає в себе *Paramyxoviridae*, *Phabdoviridae*, *Bornaviridae* і *Filoviridae*; ряд *Nidovirales* який включає родини *Coronaviridae* і *Alteriviridae*.

Родини, підродини об'єднують роди вірусів з загальними характеристиками, що відрізняються від властивостей інших родин. Вони позначаються суфіксом – **viridae**. Більшість родин відрізняються від інших морфологією віріона, структурою геному, або стратегією реплікації.

Роди вірусів представляють собою групу вірусів, що мають загальні характеристики, які мають загальні характеристики і відрізняються від вірусів інших родів. Вони позначаються суфіксом – **virus**.

Вид вірусів. Видовий таксон є найбільш важливою одиницею в системі класифікації. Визначення виду вірусу «Вірусний вид є політипичною

категорією, що складає схожу лінію реплікації і займає особливу екологічну нішу». Члени цього класу визначаються більше ніж за однією ознакою.

Фітовірусологи вважають, що концепція видів для фітовірусів є не досить досконалою. В основному із-за механізму розмноження – на відміну від багатьох інших груп організмів.

Практично кожного тижня у світі стає відомо про нові і нові віруси, серед яких вагоме місце займають фітовіруси. Такі віруси мусять бути класифіковані і віднесені до певної вірусної групи. Певний час досліджувані віруси не класифікуються і досконально вивчаються. Не слід забувати, про високий рівень штамоспецифічності серед вірусів. Нерідко нові віруси – якийсь окремий ізолят вже відомого вірусу.

В даний час для таксономічних цілей використовується багато характеристик вірусів: морфологія (розмір, форма віріона, наявність оболонки, структура капсиду), фізико-хімічні властивості (молекулярна маса, коефіцієнт седиментації, стійкість до розчинників), тип геномної НК, розмір генома в тисячах пар основ, кількість ниток НК, лінійність або кільцевидність, нуклеотидну послідовність, співвідношення Г+Ц, властивості білків (кількість, розмір та функціональна активність структурних білків, наявність ферментів, амінокислотна послідовність).

Більшість фітовірусів мають назву, що походить від зовнішніх симптомів захворювання, що вони викликають. Віруси рослин угруповані на відміну від інших вірусів у групи. Назва вірусологічних груп походить як правило від першого хазяїна, де їх було виявлено. Наприклад, вірус, що викликає мозаїчне захворювання тютюну – називається вірусом тютюнової мозаїки (ВТМ) (*tobacco mosaic virus*), а вірусологічна група таких вірусів названа – Тобамовірус. Вірус, що викликає бронзовість томатів – називається вірусом бронзовості томатів (*tomato spotted wilt virus*) – (група Госповірус) і т.д.

Міжнародним конгресом із таксономії вірусів ICTV (International Congress Taxonomy of Viruses) було вирішено забороняти давати фітовірусам офіційні назви, але віруси досі називають по-різному, нерідко по-місцевому, в основному

на англійській мові. Такі назви часто включають імена або основну рослину, на якій його вперше було виявлено.

Фітовірусні родини та групи:

Одноланцюгова РНК, без суперкапсидна, однофрагментна

1) Група Потівірус – У-вірус картоплі.

Розміри 680 – 900 x 12 нм.

2) Група Потексвірус – Х-вірус картоплі.

Розміри 470 – 580 x 11 – 13 нм.

3) Група Клостеровірус – вірус жовтянниці цукрового буряку.

Розміри 1100 – 2000 x 12 нм.

4) Група Карлавірус – вірус штрихуватої мозаїки конюшини.

Розміри 610 – 700 x 12 – 13 нм, РНК 7,4 – 7,7 кб. (Також існують групи Капіловірус та Тріховірус, що має величезну подібність, але і відмінність – в сіквенсі білка капсиду).

5) Група Тобамовірус – вірус тютюнової мозаїки.

Розміри – 300 x 18, м.м. вірусу – 39 млн. Да.

6) Група Кармовірус – вірус крапчатості гвоздики.

7) Група Лютеовірус – вірус західної мозаїки цукрового буряку.

Ізометричні, 25 – 30 нм.

8) Група вірусу хлорозу кукурудзи.

9) Група Некровірус – вірус некрозу тютюну.

10) Група вірусу жовтої крапчатості пастернаку.

11) Група Собемовірус – вірус мозаїки корв'ячого гороху.

12) Група Томбусвірус – вірус кустистої карликовості томатів.

13) Група Тімовірус – вірус жовтої мозаїки турнепсу.

Одноланцюгова РНК, без суперкапсиду, двофрагментна

14) Група Бімовірус – вірус жовтої мозаїки ячменю.

Розміри першої частки 550 – 700 x 12 нм, друга 275 – 300 x 12 нм.

15) Група Фуровірус – вірус золотої штрихуватості проса.

Розміри 65 – 390 x 18 – 24 нм в діаметрі.

16) Група Тобравірус – вірус погремковості тютюну.

Розміри першої частки 190 x 22, другої 100 x 22 нм.

17) Група Діантовірус – вірус некротичної мозаїки конюшини.

18) Група Комовірус – вірус мозаїки корв'ячого гороху.

Діаметр 30 нм.

19) Група Неповірус – вірус мозаїки арабісу.

Діаметр 30 нм.

20) Група Фабавірус – вірус сильного пригнічення бобів.

Розміри 30 нм.

21) Група вірусу мозаїчних енацій гороху.

Одноланцюгова РНК, без суперкапсида, трифрагментна

22) Група Хордеівірус – вірус штрихуватості ячменю.

Три частки складають 100 – 150 x 20 нм.

23) Група Кукумовірус – вірус огіркової мозаїки.

Розміри 29 нм в діаметрі.

24) Група Бромовірус – вірус мозаїки костра.

Розміри 26 – 35 нм.

25) Група Іларвірус – вірус некротичної пламистості сливи.

Розміри 20 – 32 нм.

26) Група вірусу мозаїки люцерни.

Розміри 30 – 57 x 18 нм.

Одноланцюгова РНК, без суперкапсиду, чотириффрагментна

27) Група Тенувірус – вірус штрихуватості кукурудзи.

Розміри 290 – 2100 нм.

Дволанцюгова ДНК, без суперкапсиду

28) Група Баднавірус – вірус пухлин стебла кокосу.

Розміри 30 – 100 x 300 нм.

29) Група Каулімовірус – вірус мозаїки кольорової капусти.

Розміри 50 нм.

Одноланцюгова ДНК, без суперкапсиду

30) Група Гемінівірус – вірус штрихуватості кукурудзи.

Розміри 20 нм в діаметрі.

Дволанцюгова РНК, без суперкапсиду

31) Група Криптовірус – криптовірус буряку.

Розміри 50 – 75 нм.

32) Група Реовірус – вірус стерильності проса.

Розміри 65 – 70 нм.

Одноланцюгова РНК, із суперкапсидом

33) Група Госповірус – вірус бронзовості томатів.

Розміри 80 – 110 нм.

34) Група Рабдовірус – вірус мозаїки кукурудзи.

Розміри 200 – 500 x 50 – 95 нм.

Загальні характеристики та відомості про віруси рослин

Вірус – це нуклеопротеїн, який може викликати захворювання. Він розмножується тільки у живих клітинах і такий малий у розмірах, що його неможливо побачити у світовий мікроскоп.

Загальна кількість вірусів на 2015 рік складала 6000, а нові віруси описуються кожного місяця. Біля третини описаних вірусів вражають рослини, викликаючи при цьому захворювання. Так, один вірус може заражувати один або цілу низку різних видів рослин, і при цьому кожен із видів вражається ще багатьма іншими вірусами. Цікавий той факт, що рослина може бути вражена в один і той же час декількома вірусами.

Так, вірус являє собою як і мікроорганізми, агент, що викликає захворювання, складається із нуклеїнової кислоти та білка. При цьому білок формує захисну зовнішню оболонку – капсид.

В одному вірусі генетичним матеріалом є тільки один тип нуклеїнової кислоти – ДНК або РНК, і більшість фітовірусів мають тільки один тип білка. Але існують і такі, що мають два і більше різних білків.

Віруси на відміну від інших біологічних форм існування та життя не діляться і не утворюють спеціальних репродуктивних структур, таких як спори у бактерій.

Вони репродукують себе використовуючи клітину-господаря і всі її необхідні для цього цикли і субстанції.

Віруси викликають захворювання, поїдаючи клітини, або інтоксикуючи їх, використовуючи різні клітинні субстанції для своїх потреб – реплікації та інше, виснажують клітини, порушуючи притаманні їм фізіологічні функції, впливаючи негативно в цілому на весь організм.

Так як вони настільки малих розмірів, то вони не можуть бути так добре ідентифікованими та досліджені методично, як інші патогени. Але все таки, клітинні включення, що утворюються при певних вірусних інфікуваннях і які являють собою вірусні частки, можна спостерігати в світловий мікроскоп.

Віруси – не клітини і вони із них не складаються.

Морфологія вірусів

Фітовіруси бувають різної форми, їх розміри варіюють у межах 16 – 2200 нм. Близько половини вірусних патогенів мають видовжену форму – ниткоподібні або паличкоподібні, інші – сферичні (ізометричні або поліедричні) чи бацилоподібні часточки. Вивчити морфологію будь-якого вірусу можна лише за допомогою електронного мікроскопу. Деякі видовжені віруси являють собою структури в середньому 15 x 300 нм. Наприклад, Рабдовіруси невеличкі, бацилоподібної форми, циліндричні, в 3–5 разів довші відносно ширини (52–75 на 300–380 нм).

Більшість сферичних вірусів мають в поперечнику від 17 нм (сателітний вірус некрозу тютюну), до 60 нм (вірус раневих пухлин).

Вірус бронзовості томатів вкритий зовнішньою мембраною і має гнучку, сферичну форму біля 100 в діаметрі.

Біохімічний склад фітовірусів

Вірус є композицією одного типу нуклеїнової кислоти (ДНК, РНК) та білка (одного типу чи більше). Проте певна частина фітовірусів, як то рабдовіруси, у своїй структурі містять ліпіди, ферменти або неорганічні компоненти.

Переважна більшість рослинних вірусів мають фрагментований геном, що складається із двох або більше нуклеових фрагментів, що упаковані в один і той же білок, але по-різному. Цікавий також факт про те, що деякі ізометричні віруси мають два або три різних компонентів однієї форми, але вміщуючи при цьому різні за довжиною нуклеїновокислотні фрагменти.

Для таких мультикомпонентних вірусів всі ці ділянки нуклеїнової кислоти повинні бути в рослині, для того, щоб вірус був спроможним до свого нормального відтворення – репродукції. Вірусна поверхня або капсид складається із різної кількості білкових складових, які розміщуються спірально на видовжених вірусах і упаковані по сторонах сферичних вірусів.

Структура вірусів

Кожен фітовірус складається як мінімум із нуклеїнової кислоти і білка. Деякі віруси складаються більш ніж із одної форми нуклеїнової кислоти та білків, деякі вміщують ліпіди та мембранні ліпіди.

Нуклеїнова кислота займає від 5 до 40% вірусу, білок – 60–95%. Найменшу кількість нуклеїнової кислоти знайдено у паличкоподібних, видовжених вірусах, а найбільшу кількість нуклеїнової кислоти мають сферичні віруси.

Загальна маса нуклеопротеїну вірусних частинок варіює в межах від 4,6 до 73 млн. Да, а маса очищеної НК складає в середньому 1–3 млн. Да. на вірусну частку для більшості вірусів, але деякі мають і 6 млн. Да, а 12-ти компонентна нуклеїнова кислота одного вірусу, що вражує тютюн (*wound tumor virus*) складає 16 млн. Да.

Цікавим є те, що всі нуклеїнові кислоти вірусів в нативному вигляді, досить невеликих розмірів, тому, що вони специфічно упаковані.

Структура та функції вірусних протеїнів

Вірусні білки, як і всі білки, складаються із амінокислот, яких також відомо 20, як і для інших істот. Сіквенс амінокислот вірусного білка залежить від послідовності нуклеотидів в генетичному матеріалі і установлює природу даного білка.

Так, вірусний капсид фітовірусів складається із капсомерів, що повторюються. Вміст амінокислот та сіквенс капсомерів одного і того ж вірусу постійний, але відмінний для інших вірусів, навіть до іншого штаму одного і того ж вірусу.

Також слід відмітити, що амінокислотний склад і сіквенс різних вірусних білків однієї вірусної частинки буде різним, не говорячи про другі вірусні частинки.

Склад та сиквенс амінокислот вже відомий для багатьох вірусних білків. Наприклад, білкова субодиниця ВТМ складається із 158 амінокислот із молекулярною масою – 17,6 кДа.

У рабдовірусів спіральний нуклеопротеїн вкритий мембраною.

У поліедричних фітовірусів білкові субодиниці упаковані ретельно в угруповання, що складаються із 20 чи іноді більше фасеток, формуючи капсид, що вкриває нуклеїнову кислоту.

Якщо розглянути в порівнянні кількість білків, що притаманні для різних організмів та форм існування, то виявляються дуже цікаві факти.

Майже всі віруси кодують білок чи білки необхідні для реплікації вірусного геному. В деяких вірусах присутні також і ферменти. Один чи декілька вірус-кодуючих білків складають капсид, що вкриває геномну нуклеїнову кислоту. Але все ж таки віруси спроможні кодувати білки із іншими функціями, наприклад:

- *Рух чи транспорт* – спроможність вірусного транспорту від клітини до клітини.
- *Передача* – можливість передачі безхребетними чи грибними векторами.
- *Білковий процесінг* – активність протеази, що розділяє поліпротеїн на функціональні продукти.

Склад та структура вірусних нуклеїнових кислот

Майже всі віруси рослин включають до свого геному рибонуклеїнову кислоту, але близько 80 вірусів включають ДНК.

Обидві нуклеїнові кислоти довгі, спіралізовані і вміщують сотні, а частіше тисячі своїх субодиниць – нуклеотидів. Кожен нуклеотид складається із кільцевої структури, що називається основою, азотиста основа в свій час зв'язана із п'ятивуглецевим цукром – рибозою в РНК, та дезоксирибозою в ДНК, який в свою чергу зв'язаний із фосфорною кислотою.

Цукровий залишок одного нуклеотиду реагує із фосфатом другого нуклеотиду, і так повторюється багато разів, формуючи ланцюг РНК або ДНК.

Інші складові вірусів

Крім води, рослинна клітина вміщує велику кількість різноманітних невеликих за масою складових субстанцій. Всі вони включені до таких клітинних процесів, як метаболізм, синтез амінокислот, основ нуклеїнових кислот, цукрів, жирних кислот та ін., що використовуються в синтезі макромолекул для будови клітинних структур. Багато клітин також, вміщують невеликі за масою субстанції, що включені в спеціалізовані клітинні процеси. Для прикладу, віруси – вміщують дуже мало таких субстанцій.

Такі віруси, що мають суперкапсид – капсид із білку з ліпідами, вміщують ту ж саму пропорцію води, що і клітини – біля 3 – 4 г/г сухої маси. А віруси, що не мають такого ліпопротеїну – біля 0,7 – 1,5 г, так само як і розчинні клітинні білки.

Деякі рослинні віруси вміщують двовалентні іони металів, часто Ca^{2+} , в специфічних ділянках своєї структури, що позитивно впливає на утворення стійкої структури вірусного капсиду.

Патогенез та механізм передачі вірусних інфекцій

Фітовіруси проникають в клітини тільки через пошкодження, що зроблені механічно або векторами, чи через проникнення до пилку рослин.

В процесі вірусного інфікування рослини, вірус рухається із однієї клітини до іншої, при цьому відбувається його розмноження.

Віруси транспортуються від клітини до клітини в основному через плазмодесми – специфічні містки між контактуючими клітинами.

Віруси розмножуються в паренхімі кожної клітини, що вони інфікували. Так, в паренхімних тканинах листка вірус рухається приблизно 1 мм або 8 – 10 клітин за добу.

Важливо відмітити про те, як віруси використовують системні комплекси рослини, яку вони інфікують. У випадку транспорту їм необхідно досягти флоєми, якою вони дуже швидко розповсюджуються на довгі відстані по рослині. Але ж все таки, більшість вірусів потребує 2 – 5 діб щоб розповсюдитись в рослині із місця його інокуляції (листка).

У випадку проникнення вірусу у флоему він досить швидко попадає у всі вегетуючі частини (апикальна меристема наприклад) та органи рослини – бульби, різони.

З флоєми, вірус розповсюджується системно рослиною і проникає повному в паренхімні клітини через плазмодесми.

Далі, розвиток локальних пошкоджень – вірусних симптомів – являється проявою локалізації вірусу в даному місці рослини.

Для певної кількості вірусних захворювань, властивий подальший розвиток інфекції та її вихід за межі локальних некротичних утворень (наприклад на листках).

При системних вірусних інфекціях, деякі віруси лімітовані розповсюдженням флоемою та декількома шарами паренхімних клітин.

Так, віруси, що викликають мозаїчні хвороби у рослин вражають тканини у вигляді штрихуватості, тобто із різноманітною, але структурованою локалізацією. Відомо, що вірус-інфіковані клітини за типом мозаїки, вміщують від 100 тисяч до 10 млн вірусних часток на клітину. Відомо також, що вірусні частки можуть інфікувати до 100% рослинних клітин. Деякі із них заповнюють тільки певні частини тканин, інші із яких є безвірусними. Щодо апікальних меристем рослин, то вони можуть також інфікуватись деякими вірусами, але в більшості випадків вони вільні від вірусів.

Вірусіндуковані симптоми на рослинах

Майже всі віруси рослин викликають певним чином скручування, карликовість та інші симптоми, що проявляється на фізіології всієї рослини. Віруси значно знижують строк життя рослин, хоча рідко і призводять рослину до загибелі. Про такі впливи широко відомо і вони добре спостерігаються.

Найбільше розповсюджені симптоми на вірусінфікованих рослинах на листках, але деякі віруси викликають зміни у морфології та анатомії стебла, плодів та коренів, навіть іноді незалежно від їхньої прояви на листках.

Майже при всіх вірусних інфекціях рослин, що виявляються на полях (агроценозах), віруси присутні у всьому рослинному організмі, це – системна інфекція, а такого роду симптоми називаються – *системними*.

У багатьох рослин, що були заражені штучно вірусами, вірус викликає розвиток маленьких, хлоротичних чи некротичних утворень тільки у місцях проникнення (локальна інфекція). Такі симптоми називаються – *локальними*.

З іншого боку слід відмітити, що деколи віруси вражають різні рослини зовсім не проявляючи розвитку зовнішніх симптомів. Такі віруси називають – латентними, а вражені рослини – *безсимптомними* переносниками.

В інших випадках, зустрічаються випадки, коли рослини, які проявляють зовнішні вірусні симптоми, часом (під впливом різних екологічних факторів – різниця температур, вологість) взагалі не проявляють симптомів ураження. В такому випадку такі симптоми називають – *маскованими*.

Часто вірусні симптоми можуть проявлятися в різній формі, після моменту проникнення вірусу в рослину. Вони можуть сильно прогресувати, приводячи до значних порушень метаболізму рослини і до її швидкої загибелі.

Найбільш відомими вірусними системними симптомами, є – *мозаїки* та *кільцева плямистість*.

Мозаїки характеризуються світло-зеленими, жовтими чи білими смугами, що чередуються із нормальними зеленими на листках чи плодах, чи просто більш світлішими зонами в порівнянні із нормальними кольорами квіток чи плодів. В залежності від інтенсивності чи штрихуватості цих зон, мозаїчні

симптоми можна розподілити на – *штрихуваті, кільцеві, міжжилкові, хлоротичні*.

Кільцева плямистість характеризується появою хлоротичних чи кільцевих утворень на листках, іноді на стеблах чи плодах. Нерідко при подібних захворюваннях, рослина з часом може втрачати ці специфічні симптоми, але не вірус, який викликає це захворювання.

Інші вірусні симптоми можна дуже широко охарактеризувати. До них можна віднести карликовість, пожовтіння, енації, пухлини, розсихання стебла. Такі симптоми можуть бути в той же самий час в комплексі із іншими симптомами на різних органах рослини (листки, стебла, корені).

Передача фітовірусів

Фітовіруси переносяться від однієї рослини до іншої багатьма шляхами – вегетативно, механічно через сік рослин, насіння, омелою, сисними комахами та кліщами, нематодами, грибами та ін.

Вегетативна передача

В будь-якому із варіантів вегетативного розмноження сільськогосподарських та інших культур, що широко використовується в народному господарстві, а саме – розмноження брунькуванням, живцюванням або зрізами, чи у варіанті використання бульб, цибульками, різоматами, слід говорити про те, що у разі первинного інфікування цих материнських рослинних форм, присутність вірусу в наступних поколіннях буде спостерігатись 100 відсотково.

Відмічаючи про факт інфікування при розмноженні вегетативно, слід відмітити про те, що такий шлях розмноження (наприклад, картопля – бульбами) є широко розповсюдженим в господарствах, і важливо знати про те, що цей шлях не гарантує отримання високоякісних рослин. Навіть при використуванні точки росту чи апікальної меристеми із інфікованої вірусом рослини для подальшого розмноження може бути досить не ефективним для отримання чистих від вірусу рослин.

Передача вірусів також може спостерігатись шляхом контактів коренів між різними рослинами, особливо серед дерев. Для деяких вірусів дерев цей шлях є лише єдиним, що описані на даний час.

Механічна передача вірусів через сік

Механічна передача фітовірусів в природних умовах прямим контактом через сік від однієї рослини до іншої не досить притаманна і не досить актуальна. Таку передачу вірусів можна спостерігати при впливі сильних вітрів, коли мають місце сильні пошкодження рослин та їх органів. В цьому випадку можна говорити про передачу вірусів, шляхом прямих контактів інфікованої та здорової рослин. Також слід відмітити про передачу вірусів через садовий інвентар (лопати, граблі, культиватори), руками при харчуванні тварин, коли сік потрапляє на здорові рослини, тим самим уражуючи їх.

Такі віруси, як Х-вірус картоплі, вірус тютюнової мозаїки (ВТМ), вірус огіркової мозаїки (ВОМ) – переносяться через сік рослин на полях і призводять до великих втрат врожайності.

Велике значення має механічна передача при вивченні вірусів за штучного зараження.

Передача вірусів через насіння

Більш ніж 100 фітовірусів передаються через насіння. І тільки невелика кількість (1–30%) насіння рослин спроможна переносити в собі вірус. Велика залежність зараженості насіння існує під час інфікування рослини на певній стадії онтогенезу. Найбільш враженим є насіння, коли рослина була заражена в момент формування овули, але відомі випадки, коли це ж проходить на стадії формування безпосередньо насіння та формування квітки чи на стадії цвітіння.

Передача пилом

Вірус інфікує пилок рослин. При цьому, як результат, іде інфікування насіння і далі проростаючої із неї рослини. Такий шлях передачі відомий, наприклад, для вірусу некротичної плямистості при інфікуванні черешні.

Передача комахами

Цей тип передачі вірусів, без сумнівів, є одним із найбільше розповсюджених для агроценозів. До передачі вірусів спроможні представники деяких груп комах.

Група Homoptera включає в себе попелиць (Aphididae), листоїдів (Cicadellidae) та інших основних представників переносників вірусів. Також треба відмітити інших представників цієї групи – білокрилки (Aleurodidae), що переносять звично Гемінівirusи, червчики (щитівки) (Coccoidae) та представники Membracidae.

Певна кількість векторів належать до іншої групи – Hemiptera, Thysanoptera, Coleoptera. Цікаво, що навіть коники спроможні до переносу деяких вірусів.

Найбільш стратегічними векторами вірусів є, в першу чергу – попелиці, листоїди, білокрилки та трипси. Слід також розрізняти їх за будовою ротових апаратів. Існують комахи-переносники із жувальним та сисним ротовим апаратом.

Комахи із сисним ротовим апаратом переносять віруси в стилетах – *стилетпереносні віруси* – і спроможні передавати вірус протягом короткого періоду під час живлення – від декількох секунд до декількох хвилин. Віруси спроможні знаходитися у переносчику протягом декількох годин. Вони також відомі як *не персистентні* віруси.

У випадку інших вірусів, часом комаха повинна накопити в собі певну достатню кількість вірусу для його подальшої передачі (хвилини-години-дні). Такі комахи, що накопили вірус, спроможні передавати його протягом декількох хвилин чи годин. Такі віруси, що персистують у векторі протягом 1 – 4 днів називають *напівперсистентними*.

Існують віруси, які після того, як комаха його переносить на іншу рослину, рециркулюються знову ж на ротовий апарат, і спроможні залишатися на довго. Такі віруси називаються *циркулятивними* чи *персистентними*. Деякі

віруси спроможні розмножуватися прямо у переноснику – це *пропозитивні* віруси.

Віруси, що переносяться комахами із жувальним ротовим апаратом (Coleoptera, жуки) можуть також циркулювати на ротовому апараті.

Найбільшу кількість стилетпереносних вірусів (понад 250) переносять попелиці. Іноді одна попелиця може переносити по декілька вірусів одночасно.

Більше 50 фітовірусів переносяться листоїдами, включаючи складні за будовою віруси із груп Рабдовірус та Гемінівiрус. Такі комахи в основному проникають своїм ротовим апаратом до судинних систем флоєми, передаючи при цьому віруси. Всі ці віруси циркуляторні.

Передача кліщами

Як показали наукові дослідження, тільки одна родина кліщів – Eriophyidae – переносить не менше як 6 вірусів, включаючи – вірус штрихуватої мозаїки пшениці і також деякі інші, що вражують злакові культури. Такі кліщі мають специфічний ротовий апарат – колючо-сисний.

Кліщова передача фітовірусів дуже специфічна і іноді кліщі є єдиним переносником того чи іншого вірусу.

Передача нематодами

На даний час відомо 20 фітовірусів, що передаються одним видом трьох генерацій ґрунтоживучих, ектопаразитичних нематод.

Нематоди різних генерацій – *Longidorus*, *Paralongidorus*, *Xiphinema* переносять декілька поліедричних фітовірусів, відомих як група Неповірус. До них відносять вірус скручування листя винограду, вірус кільцевої плямистості тютюну та деякі інші віруси.

Нематоди переносять віруси від інфікованої рослини до здорової шляхом поїдання коренів.

Передача грибами

Відомо, що організми грибної природи – *Olpidium*, *Polymyxa*, *Spongospora* переносять близько 15 фітовірусів. Деякі із вірусів переносяться інтернально (всередині), а деякі – ектернально (ззовні) через спори чи зооспори грибів. При

перенесенні вірусу грибами на здорові рослини спостерігається розвиток симптомів, характерних для вірусу, який вони переносять.

Передача омелою

Деякі фітовіруси передаються від однієї рослини на іншу шляхом утворення містків рослиною-паразитом *Cuscuta sp.*

БІОРІЗНОМАНІТТЯ ТА ЕКОЛОГІЯ СИНЬО-ЗЕЛЕНИХ І ЗЕЛЕНИХ ВОДОРОСТЕЙ

Водорості представляють екологічну групу організмів, що об'єднана водним способом життя, оксигенним фотосинтезом, недиференційованістю тіла на багатоклітинні органи та низкою інших ознак. У систематичному відношенні вони діляться на численні відділи, що розрізняються за будовою клітини і набором пігментів. У загальній систематиці органічного світу водорості відносяться до різних царств.

Велике різноманіття зовнішньої форми водоростей співвідноситься до декількох типів морфологічної диференціації таломів, які відносяться до різних систематичних груп.

Для водоростей характерні наступні структури:

амебоїдна – клітини позбавлені твердої оболонки, не мають джгутиків і пересуваються псевдоподіями;

кокоїдна – нерухомі клітини, окремі або об'єднані в колонії різної форми;

монадна – характеризується активною рухливістю одноклітинних і колоніальних представників за допомогою джгутиків у вегетативному стані. Своєрідні органели, які властиві монадним клітинам – скоротливі вакуолі та вічка;

нитчаста (трихальна) – прості або розгалужені нитки;

пальмілоїдна – декілька клітин об'єднані загальним слизом, але пов'язані між собою;

пластинчаста – пластинка, яка складається з клітин, які утворюють один або декілька шарів. За умов поділу клітин у трьох площинах утворюються паренхіматичні структури;

різнонитчаста (гетеротрихальна) – характеризується двома системами ниток: сланкі по субстрату, які виконують функцію прикріплення та вертикальні, які виконують асиміляційну функцію;

псевдопаренхіматозна – виникає у водоростей, які утворюють великі об'ємні слані в результаті зростання ниток;

сифональна – одноклітинні водорості з об'ємним протопластом і великою кількістю ядер;

сифонокладальна – зустрічається у водоростей, здатних до утворення з первинного сифонального талома складних комплексних сланей, що складаються з первинних багатоядерних сегментів;

тканинна (паренхіматозна) – характеризується тим, що клітини здатні ділитися в трьох взаємно перпендикулярних напрямках, в результаті чого утворюються об'ємні слані з тканинами, які виконують різні функції.

Для водоростей характерне вегетативне, безстатеве (спорове), статеве розмноження.

У деяких одноклітинних водоростей (*Euglena*) вегетативне розмноження відбувається шляхом поділу клітини навпіл, у деяких колоніальних представників – ділянками колоній (*Microcystis*), у нитчастих – фрагментами ниток (*Ulothrix*, *Spirogyra*).

У бурих водоростей порядку Сфацелярієві (*Sphacelariales*) існують спеціалізовані вивідні гілочки. У зелених водоростей порядку Харові (*Charales*) для вегетативного розмноження служать бульбочки на ризоїдах.

Безстатеве розмноження у водоростей здійснюється за допомогою рухомих (зооспори) і нерухомих (апланоспори) спор. Клітини, в яких утворюються спори безстатевого розмноження, називаються спорангіями, а особина, на якій формуються спорангії – спорофітом.

При статевому розмноженні у водоростей в результаті попарного злиття гаплоїдних клітин з'являється диплоїдна зигота. Статевий процес у водоростей може відбуватися за участю або без участі гамет. Типи статевого процесу за участю гамет у водоростей наступні: ізогамія – злиття однакових за розміром і формою рухливих гамет; гетерогамія – злиття рухливих гамет однакової форми, але різного розміру; оогамія – злиття великої нерухокої жіночої гамети яйцеклітини з дрібними рухливими сперматозоїдами.

Клітини, в яких формуються ізо- та гетерогамети, називаються гаметангіями, а особина, на якій вони утворюються – гаметофітом. Клітину, в якій формуються сперматозоїди, називають антеридієм, а клітину, що містить яйцеклітину (одну або декілька) – оогонію. Типи статевих процесів у водоростей без утворення гамет наступні: хологамія – злиття двох рухливих одноклітинних особин; кон'югація – злиття протопластів двох гаплоїдних вегетативних клітин з утворенням диплоїдної зиготи.

Синьо-зелені водорості – одноклітинні, колоніальні та багатоклітинні організми з прокаріотичною будовою клітини і окисним фотосинтезом.

Клітина оточена стінкою, структурним компонентом якої є пептидоглікан (муреїн). Оболонка часто стає слизовою. У протопласті відсутні сформоване ядро, хлоропласти, мітохондрії, апарат Гольджі, ендоплазматичний ретикулум, вакуоля з клітинним соком і ряд інших органел. У ньому розрізняють периферичну забарвлену частину – хроматоплазму, і центральну незабарвлену частину – центроплазму.

У багатьох представників неможливо встановити чіткої межі між хроматоплазмою і центроплазмою. В хроматоплазмі розташовуються тилакоїди, в яких містяться пігменти: хлорофіли а, b (у прохлорофітів), каротиноїди і фікобіліпротеїни (сині алофікоціанін та фікоціанін, червоний фікоеритрин). Різні співвідношення пігментів обумовлює забарвлення синьо-зелених водоростей від синьо-зеленого до жовтого і навіть червонуватого.

У цитоплазмі розташовується ДНК, але на відміну від еукаріот, вона не обмежується ядерною оболонкою. Запасні речовини представлені ціанофіциновим крохмалем, ціанофіциновими гранулами, поліедральними тільцями. Клітини багатьох синьо-зелених водоростей містять псевдовакуолі - газові вакуолі, мембрана яких складається тільки з білка

Для синьо-зелених (*Cyanophyta*) статеве розмноження не відоме. У багатьох нитчастих форм характерні гетероцисти – особливі світлі клітини з товстими оболонками і закупореними порами. Водорості розмножуються вегетативно. У нитчастих форм розмноження гормогоніями – короткими

ділянками з декількох клітин, які часто відриваються від материнської нитки по гетероцистам.

У зелених водоростей клітина зазвичай має жорстку стінку. У більшості вона целюозна, але у багатьох має інший склад, наприклад пептидоглюкановий. Хлоропласти зустрічаються в різній кількості (від одного до дуже багатьох на клітину) та мають різну форму. Це забарвлення обумовлене хлорофілами a і b , які переважають над каротиноїдами: α - і β -каротином, лютеїном, неоксантином, віолаксантином, зеаксантином, антраксантином. Піреноїд занурений в строму хлоропласта і пронизаний тилакоїдами. Запасний продукт – найчастіше крохмаль. Він відкладається всередині хлоропласта – навколо піреноїда та в стромі.

У більшості видів значна частина клітини зайнята великою вакуолею з клітинним соком. У рухливих клітинах джгутиків найчастіше 2, рідше 1, 4 або багато (до 120). У всіх випадках вони однакового розміру і будови. Трьохнитчасті мастігоніми у джгутиків не зустрічаються. Вегетативне розмноження зазвичай відбувається поділом окремих клітин, шляхом фрагментації колоній або за рахунок розриву ниток. Безстатеве (спорове) розмноження відбувається зазвичай рухливими зооспорами, у деяких представників нерухомими апланоспорами. Статевий процес – ізогамія, гетерогамія, оогамія (найчастіше), кон'югація. У примітивних форм може бути хологамія – злиття цілих вегетативних особин в якості гамет.

Анабена (*Anabaena*) і носток (*Nostoc*) – синьо-зелені водорості, які в природних водоймах виконують важливу функцію очищення води. Широко використовуються в біотенках для очищення стічних вод.

Хлорела (*Chlorella*) – зелені водорості, які відносяться до порядку Chlorococcales. Нараховує до 100 родів і 700 видів. Має високу фотосинтетичну активність (до 10%). Продуцент органічних речовин, антибіотика хлореліну. Викликає цвітіння води. Розмножується автоспорами, які утворюються послідовним поділом клітин. Статеве розмноження зустрічається рідко дводжгутиковими гаметами.

Спірогіра (*Spirogyra*) – водорості з порядку Zygnematales. Характерним є особливий статевий процес – дробинчаста кон'югація.

БІОРИЗНОМАНІТТЯ ГРИБІВ, МОРФОЛОГІЯ ТА ЕКОЛОГІЯ

Гриби – обширна група організмів, яка включає 100 тис. видів.

Гриби відрізняються від тваринних організмів добре вираженою клітинною стінкою, нерухомістю на вегетативній стадії життєвого циклу, необмеженим ростом, осмотрофним (всмоктуючим) типом харчування, розмноженням за допомогою різного типу спор. Від рослин гриби відрізняються наявністю хітину, хітозану, глюкану в матриксі клітинної стінки, відсутністю фотосинтезуючих пігментів; запасні продукти харчування – глікоген, волютин, а не крохмаль, як у рослин.

У переважної більшості грибів вегетативне тіло – міцелій (грибниця), утворене системою розгалужених гіфів, які щільно пронизують субстрат. Гіфи міцелію активно колонізують субстрат, входять з ним в тісний контакт. У деяких грибів вегетативне тіло (талом) представлено поодинокими клітинами, які брунькуються або діляться.

Неклітинний міцелій являє собою одну величезну, сильно розгалужену клітину з багатьма ядрами. Клітинний міцелій утворений тонкими безбарвними гіфами, розділеними поперечними перегородками (септами) на окремі клітини (рис. 16).

За способом живлення гриби – гетеротрофи. Органічні речовини вони отримують від інших організмів. За способом і характером живлення розрізняють сапротрофи, симбіонти та паразити. Останні поділяють на облігатні та факультативні. Відрізняють також некротрофи, збалансовані та деструктивні біотрофи.

Серед них виділяють – ксилотрофи (дереворуйнівні) – несправжній трутовик, осінній опеньок і коренева губка, глива.

Ґрунтові сапротрофи – чисельна група: лісові ґрунтові – зморшок, дощовик, зірочник, веселка, рядовка. Середовищем існування їх є листовий опад та підстилка. До другої групи відносять ґрунтові сапротрофні гриби відкритого простору – це агарикові: печериця звичайна, гриби-парасольки та ін.

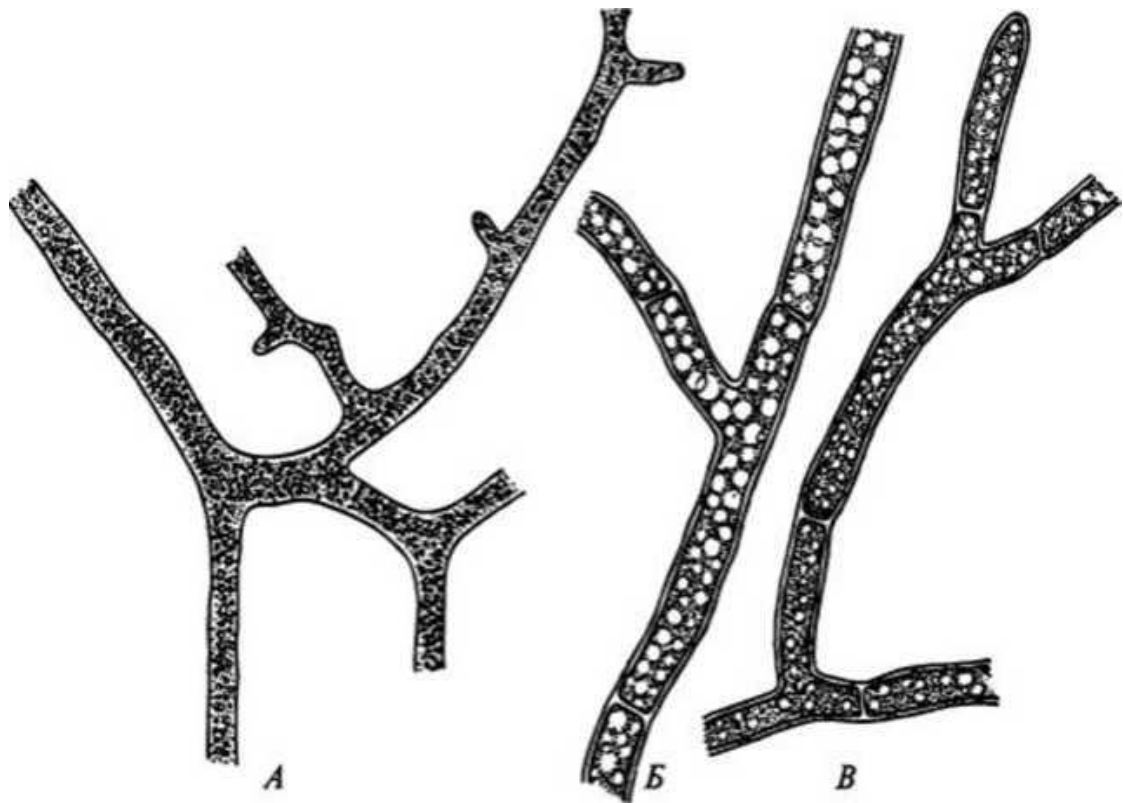


Рис. 16 Міцелій грибів

А – частина неклітинного міцелію, Б, В – клітинний міцелій

Гриби розмножуються вегетативно, безстатевим і статевим способами. Вегетативне розмноження відбувається фрагментами міцелію, які, потрапивши на новий придатний субстрат, дають початок новому міцелію.

Безстатеве розмноження може здійснюватися рухливими зооспорами або нерухомими спорангіоспорами, а також конідіями. Зооспори і спорангіоспори утворюються ендогенно, тобто всередині материнської клітини – спорангія, а конідії формуються екзогенно – на верхівці або збоку спеціалізованих гіфів міцелію, так званих конідієносців.

У процесі статевого розмноження у грибів, як і в інших організмів, відбувається злиття двох статевих клітин (плазмогамія) та їх ядер (каріогамія). При цьому ці два процеси можуть бути розділені в часі та просторі: відповідні ядра можуть спершу не зливатися, а координуватися попарно, надалі синхронно ділячись; пара таких несестринських ядер носить назву дикаріон. В результаті статевого процесу у примітивних представників утворюються спори в стані

спокою – зиготи, а у більш розвинених – спеціальні статеві мейоспори. У сумчастих грибів формуються ендогенні аскоспори, а в базидіальних – екзогенні базидіоспори.

Способи статевого розмноження: гаметогамія – оогамія, гетерогамія, зигогамія, соматогамія; гаметангіогамія (аскоміцети).

На основі типів статевого процесу виділяють основні класи:

Хитридіоміцети – міцелій розвинутий слабо або відсутній. Зооспори й гамети з одним джгутиком;

Гіфохитридіоміцети – міцелій розвинутий слабо або відсутній. Зооспори й гамети з одним переднім перистим джгутиком;

Ооміцети – міцелій розвинутий, неклітинний. Зооспори з двома джгутиками – перистим і батогоподібним. Статевий процес – оогамія;

Зигоміцети – міцелій неклітинний. Зооспор не виявлено. Нестатеве розмноження спорангієспорами. Статевий процес – зигогамія;

Аскоміцети – міцелій добре розвинутий, клітинний. Рухомих стадій немає. Нестатеве розмноження конідіями. Статевий процес – гаметангієгамія. Спори утворюються ендогенно, в сумках (асках);

Базидіоміцети – міцелій добре розвинутий, клітинний. Рухомих стадій немає. Нестатеве розмноження конідіями. Статевий процес – соматогамія. Спори утворюються екзогенно, на бази діях;

Дейтеромицети – міцелій добре розвинутий, клітинний. Розмноження тільки нестатеве, конідіями. Група знаходиться на стадії становлення.

Гриби за розмірами поділяються на мікро- та макроміцети.

БІОРИЗНОМАНІТТЯ ЛИШАЙНИКІВ

Лишайники представляють своєрідну групу симбіотрофних організмів, утворених автотрофним фікобіонтом (водоростями) і гетеротрофних мікобіонтом (грибами). Обидва компоненти складають єдиний симбіотрофний організм, що відрізняється морфологічно, анатомічно і фізіолого-біохімічно від вільноживучих грибів і водоростей. У переважної більшості лишайників мікобіонти відносяться до аскоміцетів (дискоміцети і перитеційні гриби). У невеликої кількості видів мікобіонти належить до базидіоміцетів. Мікобіонти лишайників видоспецифічні. Водорості одного виду можуть бути фікобіонтом різних видів лишайників. Фікобіонти лишайників відносяться, в основному, до зелених водоростей, меншою мірою – до ціанобактерій і дуже рідко до жовто-зелених водоростей. Із зелених водоростей частіше зустрічаються кокоїдні форми, можуть бути також представники родів з багатоклітинними таломами.

Лишайники – симбіотрофні організми, на відміну від мохів вони не мають характерного зеленого забарвлення, а їх вегетативне тіло недиференційоване на органи – листя, стебло, корінь. Талом лишайників (слань) досить різноманітний за зовнішнім виглядом. Виділяють три основні морфологічні типи талома: накипний (корковий), листуватий і куцистий, але існують також перехідні форми (рис. 17).

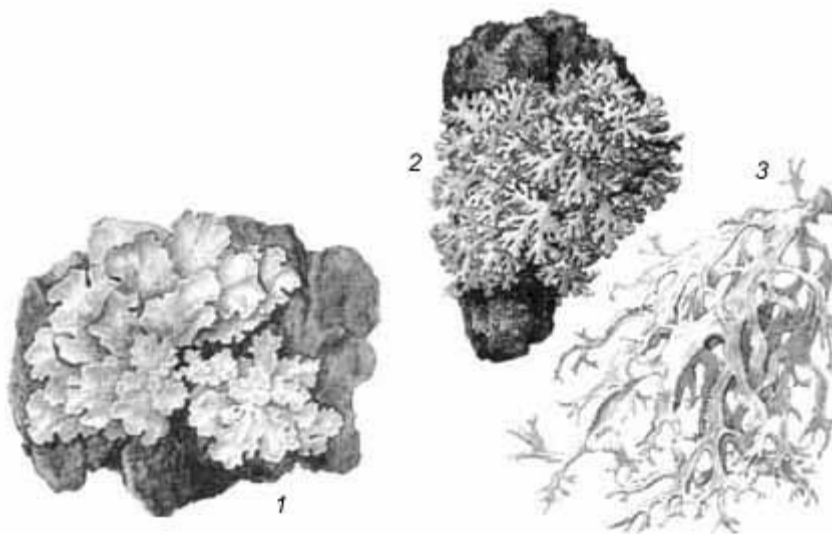


Рис. 17 Морфологічні типи талома лишайників

1 – накипний, 2 – листуватий, 3 – куцистий

За анатомічною будовою талом лишайників поділяється на два типи: гомеомерний – з рівномірним розподілом мікобіонта та фікобіонта в товщі талома і гетеромерний, в якому виділяються окремі шари, які добре помітні на поперечних зрізах (рис. 18): верхня кора, представлена гіфами мікобіонта, під нею шар фікобіонта – альгальна зона або гонідіальний шар (переважно зелені водорості), потім шар мікобіонта – серцевина або кутикула, а під ним нижня кора, яка також представлена гіфами мікобіонта (у деяких видів відсутня).

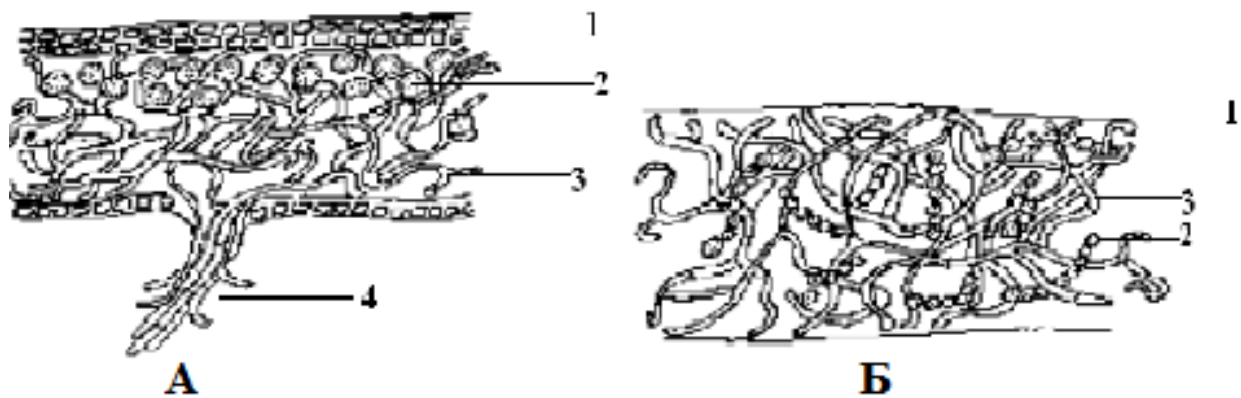


Рис. 18 Анатомічна будова талома лишайників

А – Гетеромерний талом: 1 – верхній коровий шар, 2 – альгальний шар, 3 – серцевинний шар, 4 – гіфи.

Б – Гомеомерний талом: 1 – коровий шар, 2 – шар фікобіонта, 3 – гіфи гриба

У лишайників існують різні способи розмноження. Найбільш ефективним є вегетативне розмноження, яке здійснюється частинами таломів (фрагментацією) і за допомогою спеціальних структур – соредіїв та ізидіїв. Соредії представлені клітинами водоростей, що обмотані гіфами гриба. Вони у великій кількості розвиваються під верхньою корою. Під тиском маси соредій, в місцях їх скупчення, кора розривається і соредії виходять на поверхню талома. Нестатеве розмноження відбувається за допомогою нікноконідій, стілоспор, рідше – конідій; статеве з утворенням спор у сумках (аскоспори) чи на базидіях (базидіоспори).

БІОРІЗНОМАНІТТЯ МОХІВ І ПАПОРОТЕЙ

Мохоподібні (Bryophyta) (близько 25 тис. видів) відносяться до вищих спорових рослин, для яких характерне розділення тіла на органи. Відомі з Карбону. Мохи зустрічаються повсюдно (за винятком пустель), але переважно в областях з помірним і холодним кліматом.

Мохоподібні, або мохи – найпримітивніші з вищих наземних рослин. Клітини їх диференційовані. Об'єднуючись, вони утворюють спеціалізовані тканини. Тіло є сланню (антоцеротові, деякі печіночники) або розчленоване на стебло й листя. У центрі стебла у вигляді пучків розташовується провідна система, по якій проходять розчини мінеральних солей та органічні речовини.

Листя представлене лінійно-ланцетовими зеленими пластинками, що складаються з декількох шарів клітин. Містять особливі клітини – асимілятори. Справжня коренева система відсутня. Функцію коріння виконують безбарвні прозорі вирости епідермісу – ризоїди, розташовані в нижній частині стебла.

Розмножуються мохоподібні безстатевим (спорами), статевим і вегетативним способами. Для них характерне чергування статевого і безстатевого поколінь.

У життєвому циклі домінує гаплоїдний гаметофіт (рис. 19). Гаметофіт мохів може бути одно- чи дводомним і несе жіночі статеві органи – архегонії і чоловічі статеві органи – антеридії. Обов'язкова умова для запліднення – наявність води. Після запліднення утворюється спорофіт, що має вигляд коробочки, де розвивається спорангій на ніжці, що зв'язує її з гаметофітом. Після визрівання спори висипаються і проростають у гаметофіт – протонему, яка нагадує нитчасту зелену водорість. Клітини протонемі дають початок гаметофіту.

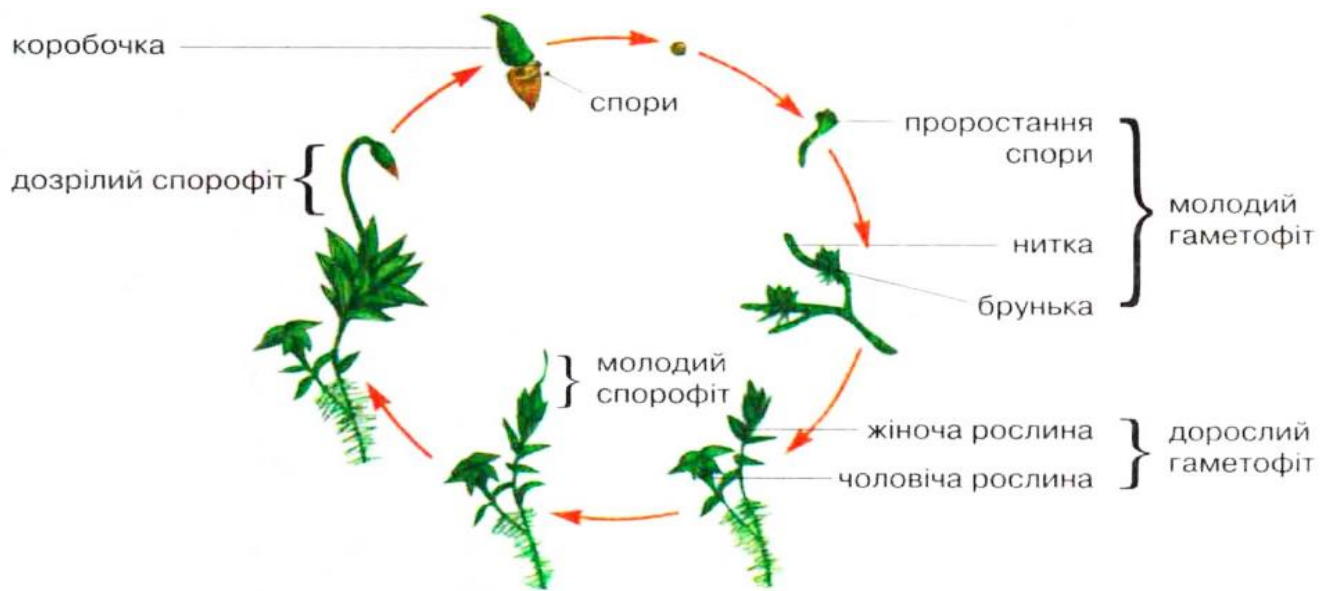


Рис. 19 Цикл відтворення мохоподібних

Папороті (Polypodiophyta) – відділ судинних рослин, які займають проміжну позицію між риніофітами і голонасінними рослинами. Основна відмінність папоротей від риніофітів – наявність листків і кореневої системи, а від голонасінних – відсутність насіння.

У відділ папороті входить один клас Polypodiopsida, який ділиться на 8 підкласів, три з них вимерли в девоні. Відомо 300 родів папоротей, які об'єднують близько 10000 видів. Це найбільша група спорових рослин. Папороті широко поширені завдяки екологічній пластичності. Найбільшого різноманіття досягають папороті у вологих регіонах тропічного і субтропічного поясу. Деякі види є ксерофітами або гігрофітами (сальвінія, азола).

Папороті відрізняються один від одного за розмірами, життєвими формами і циклами. Спорофіт складається з листових пластинок, черешка, видозміненого пагона та кореневої системи, що включає вегетативний і придатковий корінь. У папороті немає справжніх листків. Вони представляють собою систему гілок, що лежать в одній площині. Ботанічна назва цьому – плоскогілка, або вайя, або передпагін. На нижній стороні листя папороті знаходяться соруси (рис. 20).

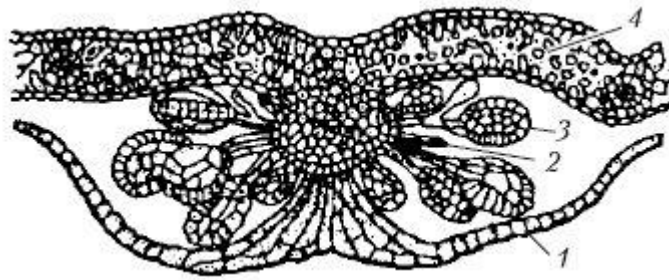


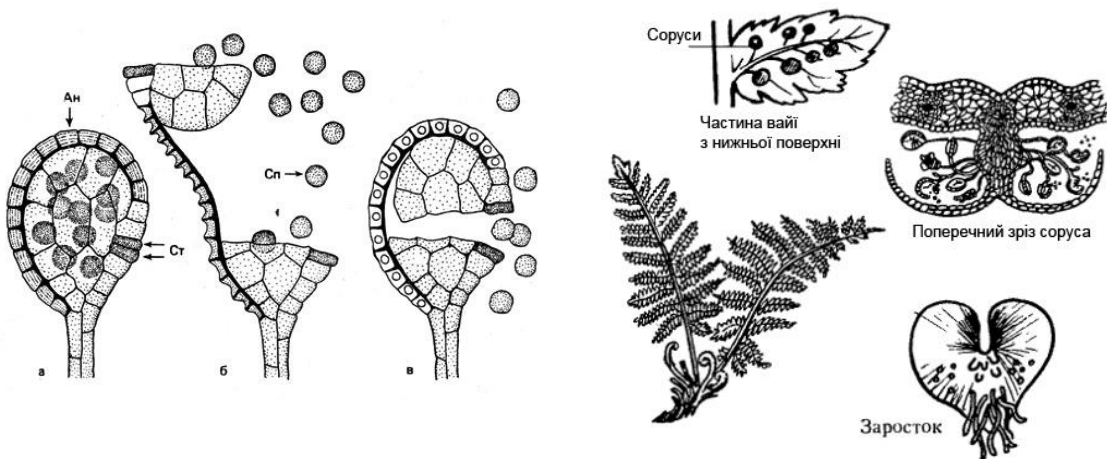
Рис. 20 Будова соруса

1 – індузій, 2 – плацента, 3 – спорангій, 4 – вайя

Розмноження папоротей здійснюється спорами і вегетативним способом (кореневищами, плоскогілками, бруньками).

Життєвий цикл папороті (рис. 21) ділиться на дві фази: спорофіта (безстатевого покоління) і гаметофіта (статевого покоління), фаза спорофіта триваліша.

На нижній поверхні вайї є спорангії. Спори проростають у вигляді заростка з гаметами. Після запліднення утворюється молодий спорофіт. У рівноспорових папоротей гаметофіти двостатеві. У різноспорових папоротей чоловічий гаметофіт сильно редукований, а жіночий добре розвинений і містить поживні речовини для розвитку зародка спорофіта.



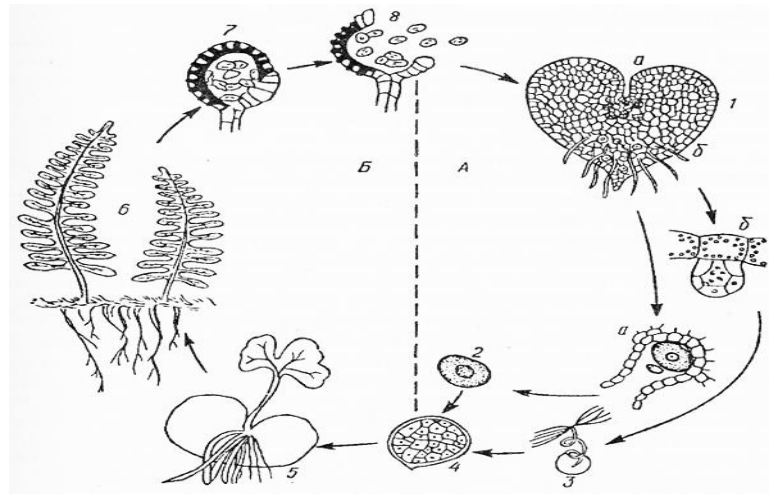


Рис. 21 Життєвий цикл папоротей

ЗАХОДИ ЗБЕРЕЖЕННЯ БІОРІЗНОМАНІТТЯ

Найкращою стратегією для довгострокового захисту біологічного різноманіття є збереження природних співтовариств і популяцій в дикій природі, тобто збереження *in situ*. Тільки в дикій природі види здатні продовжувати всередині своїх природних співтовариств процес еволюційної адаптації до мінливого навколишнього середовища. Однак для багатьох рідкісних видів збереження *in situ* не рятує їх від антропогенних порушень, що збільшуються. В таких обставинах єдиний спосіб запобігти вимирання виду – це підтримати вид в штучних умовах під наглядом людини. Така стратегія називається *ex situ*. Вже є ряд тварин, що вимерли в дикій природі, але збереглися в неволі, наприклад олень Давида (*Elaphurus davidianus*). Червоне дерево Франкліна росте тільки в розсадниках і вже більше не зустрічається в природних умовах.

Довгостроковою метою багатьох програм по збереженню *ex situ* є створення нових популяцій в дикій природі, якщо є досить велика кількість особин і відповідне місце проживання. Збереження тварин *ex situ* здійснюється в зоопарках, спеціальних фермах, акваріумах. Рослини зберігаються в ботанічних садах, дендраріях і банках насіння.

Зоопарки зробили значні зусилля для розробки технологій розмноження популяцій рідкісних і зникаючих видів, наприклад снігового барса і орангутана, а також для розробки нових методів і програм повернення видів у дику природу.

В даний час в акваріумах міститься приблизно 600 тис. особин риб, виловлених у дикій природі. Основні зусилля сьогодні спрямовані на розвиток технологій з розведення та утримання рідкісних видів риб в акваріумах з тим, щоб потім випустити їх в природні місця існування, або зменшити необхідність вилову диких видів. Особливо велика роль акваріумів у збереженні зникаючих китоподібних. Співробітники акваріумів часто відгукуються на прохання громадськості про допомогу китам, що викинулись на берег або втратили орієнтацію на мілководді.

В 1600 ботанічних садах світу знаходяться найбільші колекції рослин, які представляють собою головний ресурс для реалізації заходів щодо збереження рослин. Сьогодні в ботанічних садах всього світу зростає 4 млн рослин, що представляють 80 тис. видів, тобто приблизно 30% флори світу. У найбільшому в світі ботанічному саду, Королівському ботанічному саду (Англія) культивуються 25 тис. видів рослин – це близько 10% всіх видів в світі, з яких 2700 належать до зникаючих. В Каліфорнії спеціалізований сосновий дендрарій вирощує 72 з 110 існуючих у світі видів сосни, а найбільший ботанічний сад в ПАР культивує 25% видів рослин, що ростуть на території країни. До того ж ботанічні сади важливі для роботи з громадськістю у сфері збереження природи, оскільки щороку їх відвідує близько 150 млн осіб.

Існують також генетичні банки насіння, в яких зібране насіння з диких і культурних рослин. В таких банках насіння більшості видів рослин може довгий час зберігатися в сухих холодних умовах, зберігаючи схожість. Здатність насіння залишатися в стані спокою при низьких температурах виключно важлива для заходів щодо збереження видів *ex situ*, оскільки вона дозволяє зберігати на невеликому просторі при мінімальному догляді та при низьких фінансових витратах насіння великої кількості рідкісних видів. У світі існує близько 50 генетичних банків насіння. Хоча банки насіння володіють великим потенціалом для збереження рідкісних і зникаючих видів, вони теж відчувають певні труднощі. Якщо виходить з ладу обладнання або падає напруга в мережі, то вся заморожена колекція може бути зіпсована. Навіть при холодному зберіганні насіння поступово втрачає свою схожість через виснаження енергетичних запасів і накопичення шкідливих мутацій. Щоб подолати це поступове погіршення якості насіння, необхідно періодично пророщувати партії насіння, доводити дорослі рослини до зрілого стану і збирати з них для зберігання нові зразки насіння. Для банків насіння з великими колекціями таке тестування і оновлення зразків насіння може виявитися важким завданням.

Банки насіння визнані ефективним способом збереження генетичного різноманіття сільськогосподарських культур. Часто гени, відповідальні за

стійкість до певного захворювання або шкідника, виявляються тільки у одного сорту культури, так званих місцевих сортів, що ростуть лише в певній області світу. Ця генетична мінливість часто виключно важлива для сільського господарства для підтримки і збільшення врожайності культур та їх здатності протистояти мінливим умовам навколишнього середовища, наприклад кислим дощам, засухам і засоленню ґрунтів.

Захист середовища існування, що містить неушкоджені біологічні спільноти, є найбільш ефективним шляхом збереження біологічного різноманіття. Можна навіть вважати, що це єдиний шлях збереження видів, тому що ресурси і знання, які ми маємо, достатні тільки для того, щоб врятувати в неволі лише незначну частину світової флори та фауни.

Існує чотири засоби збереження біологічних співтовариств: це організація заповідних територій, ефективне управління цими територіями, збереження поза заповідними територіями та відновлення біологічних співтовариств в зруйнованому середовищі існування.

Біологічні співтовариства сильно відрізняються за ступенем пошкодження антропогенною діяльністю. Дуже мало незмінених співтовариств, їх можна знайти на дні океану або у віддалених частинах дощових лісів Амазонки. Сильно порушені внаслідок людської діяльності спільноти зустрічаються на територіях сільськогосподарського призначення, в містах та в штучних водоймах.

При організації заповідника важливо знайти розумний компроміс між вимогами до захисту біологічного різноманіття і нормального функціонування екосистем та вирішенням середньо- та довгострокових завдань забезпечення ресурсами місцевого населення.

Міжнародний союз охорони природи розробив класифікацію для територій, що охороняються, яка відображає весь діапазон інтенсивності використання територій людиною:

I. Заповідники зберігають види та природні процеси в недоторканому стані. Ці території надають собою репрезентативні зразки біологічного різноманіття;

II. Національні парки являють собою великі території, що відрізняються мальовничою і багатою природою та призначені для захисту однієї і більше екосистем в наукових та освітніх цілях, а також для відпочинку. Ці території зазвичай не використовуються для комерційної експлуатації ресурсів;

III. Національні пам'ятки природи дещо менші і призначені для збереження унікальних біологічних, геологічних та культурних об'єктів, що становлять спеціальну цікавість;

IV. Керовані природні заповідники схожі на території що охороняються, але в них допускається певна людська діяльність. Остання може включати видалення екзотичних видів, що іноді потрібні для підтримки характеристик спільноти. Іноді допускається в певних межах збір врожаю;

V. Ландшафти і види на морі, що охороняються дають можливість місцевому населенню традиційно користуватися навколишнім середовищем без його руйнування, особливо в місцях, які відрізняються специфічними культурними, естетичними та екологічними особливостями. На цих територіях можуть перебувати рибальські села, сади і пасовища. Ці місця надають особливу можливість для туризму і відпочинку;

VI. Захищені території з контрольованим використанням ресурсів, що включають воду, дику природу, випас худоби, вирубку рубку лісу, туризм і ловлю риби в режимі, що гарантує збереження біологічного різноманіття. Ці території часто бувають великими і на них допускається як сучасне, так і традиційне використання природних ресурсів.

З цих категорій тільки перші п'ять можуть розглядатися як дійсно території, що охороняються, оскільки тут керування середовищем проживання проводиться виключно з погляду збереження біорізноманіття.

Екологічні засади збереження біорізноманіття

Видове багатство як тварин, так і рослин стрімко зменшується внаслідок негативних процесів які відбуваються у довкіллі та самої діяльності людини. Щоб жити й виживати у природі, людина навчилася використовувати корисні властивості компонентів біорізноманіття для отримання продуктів харчування, сировини для виготовлення одягу, знарядь праці, будівництва житла, енергоносіїв. Антропогенна діяльність, передусім пов'язана з сільським господарством, гірничо-видобувною промисловістю, розширенням населених пунктів і транспортно-комунікаційної сфери, призводить до трансформації і деградації екосистем та їхніх компонентів, фрагментації та скорочення площ, зайнятих природними комплексами, появи явищ опустелення, дегуміфікації, посилення ерозійних процесів. Скорочення площ, зайнятих природними екосистемами, втратою первинних рослинних угруповань та фауністичних комплексів, змінами в структурно-функціональних характеристиках екосистем, ландшафтів та біомів і пов'язане, зрештою, з втратою біотичного та ландшафтного розмаїття, «природного капіталу», «екофонду».

Втрата біорізноманіття належить до тих глобальних проблем сучасності, розв'язання яких не можна відкладати на потім. Біорізноманіття становить не лише підґрунтя значної частини природних ресурсів, що забезпечують людину продуктами харчування, різноманітною сировиною, медичними препаратами тощо, воно також є самоцінним незалежно від матеріальної вартості, яка визначається суспільно-економічними відносинами. Така самоцінність закладена вже самою еволюційною історією живого і тими унікальними екологічними функціями, що їх виконує кожен із видів у глобальній екосистемі.

Найвища загроза біорізноманіттю перш за все пов'язується з ризиком вимирання рідкісних видів. Зменшення біорізноманіття обумовлюється рядом причин. Найвагоміші з них.

1. *Втрата середовища існування* обумовлена результатами втручання людини в середовище існування у всесвітньому масштабі. Аналіз статистичних

матеріалів свідчить щодо істотного впливу людської діяльності на світові екосистеми.

Недоторкані площі: характеризуються найбільшою кількістю первинної рослинності, дуже низькою густиною населення.

Частково порушені площі: характеризуються зміною структури під впливом екстенсивного сільського господарства; наявністю вторинної рослинності, що природно регенерується (вторинна сукцесія); підвищеною щільністю свійських тварин; інші ознаки людського втручання.

Площі і щільним заселенням людини характеризуються наявністю постійного сільського господарства або високим рівнем урбанізації; первинна рослинність вилучена; поточна рослинність відрізняється від потенційної рослинності; високий рівень спустелення або іншої постійної деградації.

2. *Розповсюдження екзотичного різновиду.* Іноді це відбувається випадково, як, наприклад, сталося зі шкідливими бур'янами та шкідниками. Але в більшості випадків все навпаки. Наприклад, лиси, кролики і коти, що прибули в Австралію з Європи і замінили місцеві види. Використання екзотичної риби для спортивних або продовольчих цілей стало причиною зникнення 18 різновидів риби в Північноамериканських ріках.

3. *Незаконне полювання і систематичне рубання лісу* для одержання енергії або виробництва деревного вугілля також є причинами втрати біорізноманіття. Використання лікарських рослин певною мірою може проілюструвати це твердження.

4. Менш вивченими є *випадки «взаємозалежних» ефектів.* Різновид, що розвивається сумісно з іншим (наприклад, рослини, що поширюються за допомогою спеціальних комах-запилювачів), будуть вимирати, якщо другий вид пари перебуватиме під загрозою зникнення. Коли останній мандрівний голуб помер на початку 1990, зникли два його паразити – різновиди вошей.

5. *Забруднення і глобальна зміна навколишнього середовища* також загрожують всесвітньому біорізноманіттю.

Усі ці причини мають одну спільну рису – вони викликані діяльністю людини. Це робить діяльність людини однією з найсерйозніших причин сучасного погіршення біорізноманіття. Тому багато аспектів впливу людини на біорізноманіття разом з безпосередніми причинами його погіршення мають важливе значення для визначення пріоритетів і протидій існуючим негативним тенденціям.

6. *Зростання кількості населення (антропогенний фактор).* Взаємозв'язок між втратою біорізноманіття і кількістю населення, його темпами зростання і щільністю досить складний. Приріст населення впливає на зростання споживання ресурсів і їх деградацію, розширення та інтенсифікацію використання землі, спричиняє зростання бідності і порушення традиційних систем управління природою. На локальному рівні зростання кількості населення часто є результатом урбанізації, розселення і міграції. Локальне збільшення кількості населення також безпосередньо впливає на використання ресурсів і їх деградацію, що часто призводить до перетворення середовища існування на територіях, важливих для збереження біорізноманіття.

7. *Структура виробництва і надмірне споживання.* Збільшення обсягів виробництва і споживання енергії призводить до перетворення середовища існування і надмірного використання екосистем. Зниження споживання ресурсів і енергії на різних рівнях зменшить забруднення і видобуток ресурсів, які погіршують біорізноманіття. Спостерігається залежність між зменшенням біорізноманіття та рівнем екологічної культури, освідченості та добробуту населення.

Природа це взаємозалежна ієрархія екосистем. Збереження біологічної різноманітності нерозривно пов'язане зі збереженням ландшафтної різноманітності (різноманітності біотопів, еконіш, трофічних ланцюгів). Серед найдієвіших заходів збереження біорізноманіття є створення охоронних територій, природних та біосферних заповідників, національних природних парків та лісових насаджень (лісомеліорації). Саме ці заходи забезпечують умови, необхідні для зменшення шкідливого антропогенного впливу на

біологічні об'єкти, сприяють збереженню цілісності екологічних систем, у яких можуть підтримуватися природні механізми відносин між біологічними видами, що необхідні для існування системи.

Сьогодні є загально визнаним, що у підтриманні стабільності біосфери визначальну роль відіграють ліси завдяки збереженню біорізноманіття та глобальному впливу на клімат планети. Ліси виконують важливу роль на регіональному та місцевому рівнях – як ключові елементи ландшафтів, що забезпечують їх стабільність, та як джерела біорізноманіття. Крім того лісовий ландшафт є визначальним елементом у концепції збереження та розвитку біорізноманіття.

Природно-заповідна мережа України налічує 6939 таких територій та об'єктів, що становлять більш ніж 4% від площі держави. До вищих категорій заповідання належать чотири біосферні і 16 природних заповідників, 12 національних природних парків. Статусу природного національного надбаня відповідають 2507 заказників, 3016 пам'яток природи, 35 дендрологічних парків, 527 парків-пам'яток садово-паркового мистецтва, 22 ботанічні сади, 12 зоологічних парків, 35 регіональних ландшафтних парків, 754 заповідні урочища. Слід зазначити, що на відміну від національної в міжнародній класифікації функції національних і природних парків розмежовуються. Природні парки передусім створюються для рекреації, тобто відпочинку. Головне ж завдання національних парків – збереження природного різноманіття, а рекреації і туризму відводиться підпорядкована та обмежена роль.

Лісові насадження є одними із основних типів рослинності, які складаються із сукупності деревних рослин, кущів, трав'янистих рослин, мохів і лишайників, включають тварини і мікроорганізми, які біологічно пов'язані за своїм розвитком і впливають один на одного і на навколишнє середовище. Ліси є одним з провідних компонентів живої оболонки. Вони позитивно впливають на багато інших компонентів природних комплексів, забезпечують їх збереження в цілому. Від стану лісових насаджень в більшості залежить

стійкість природних територіальних комплексів, характер та інтенсивність процесів, які в них протікають. Все це і визначає величезну природоохоронну роль лісових насаджень.

Лісосмуги – це смугові лісові насадження штучного походження (лісові культури), які розташовані в рівнинних умовах і на схилах, на сільськогосподарських землях по межі полів з метою підвищення врожайності сільськогосподарських культур для покращення на прилягаючих полях мікроклімату, снігозатримання, боротьби з дефляцією та збереження і покращення родючості ґрунтів. Вони також відіграють і велику загально екологічну роль.

Полюві лісосмуги є своєрідними «оазисами» для багатьох груп і видів біоти в агроландшафтах. Тут мешкає велика кількість організмів завдяки більшим різноманіттям харчових об'єктів, більш м'яким та стабільним кліматом та ін. В лісосмугах та їх різнотравних шлейфах знаходять притулок види, що погано переносять розорюваність ґрунту. В них зустрічається велика кількість дендробіонтних, а також еврибіонтних видів.

Також поряд з цим, останнім часом з'явилося безліч концепцій, що стосуються принципів управління біорізноманіттям, включаючи цілісність, здоров'я, стійкість і пружність (здатність протистояти напруженню і ударам) екосистеми.

Однією з найпродуктивніших ідей сучасної екології є ідея екомережі. Вона є інтегральною в організації збереження біо- та ландшафтного різноманіття, з одного боку, і перспективою невиснажливого природокористування – з другого. Загальною тенденцією в підході до екомережі є намагання створити універсальну соціоприродну структуру, яка б розв'язувала не тільки проблеми збереження тварин, рослин, грибів та середовищ їхнього існування, а й постійно надавала населенню соціальну та економічну користь і, поліпшуючи умови його існування, тим самим закладала підвалини еколого-збалансованого розвитку території, як одного з його базових

елементів. В науковій літературі розглядаються аспекти і проблемні моменти практичного впровадження ідеї екомережі.

Заходи щодо збереження біорізноманіття стали важливим компонентом державної екологічної політики, конкретизуючи та розвиваючи ідеологію традиційної охорони природи. Формування екомережі сприятиме поліпшенню екологічного стану довкілля через регулювання гідрологічного режиму, зменшення ерозії ґрунтів, пом'якшення мікроклімату, стабілізацію малого кругообігу речовин, збереження відновних ресурсів, підтримку природного балансу. Екомережа є першою активною формою охорони природи, головною метою якої є відновлення природної територіальної і функціональної цілісності екосистем у поєднанні із збалансованим їх використанням.

Створення та стан впровадження екомережі в Україні

Модель екомережі, як конкретного заходу для охорони природи розробляється в Європі вже більше 10 років. Підґрунтям була необхідність вирішення проблем, пов'язаних з відновленням видів великих травоядних тварин в межах їх історичних ареалів в Європі, а саме – забезпечення шляхів їх пересування та міграцій на досить великі відстані шляхом створення мережі поєднаних ділянок природних територій.

Подальші напрацювання у цьому напрямку показали, що екомережа є ключовим елементом практичного впровадження екологічної парадигми природокористування і збереження природного каркасу національних територій та найдієвішим механізмом виконання завдань Конвенції про охорону біорізноманіття.

Фактично, кожна достатньо велика територія, на якій збереглися в природному стані екосистеми з усіма їх складовими, і є природною екомережею, тобто на такій території існує континуум природних екосистем і всі живі організми мають необхідні умови для існування, відтворення та міграцій. Чим вище ступінь фрагментованості екосистем певної території, тим

складніше відновити їх природний континуум. Територія України дуже неоднорідна з точки зору порушеності природних комплексів. Найменшою фрагментацією відзначаються Карпати. Значні за площею, цілісні природні масиви збереглися на території Українського Полісся. Більш фрагментованою є територія Лісостепу і найпорушенішою – Степу України.

Базові структурні елементи екомережі України визначені у Законі України «Про екологічну мережу України» відповідно до принципів територіального структурування Всеєвропейської екомережі. Вони відрізняються за своїми функціями і розподіляються на ключові (ядра), сполучні (екокоридори), буферні та відновлювані території.

Ключові території забезпечують збереження найбільш цінних і типових для даного регіону компонентів ландшафтного та біологічного різноманіття. Сполучні території (екокоридори) поєднують між собою ключові території і забезпечують міграцію тварин, розселення рослин і тварин та обмін генетичним матеріалом. Буферні території включають природні та антропогенно змінені ділянки, захищають ключові та сполучні території від зовнішніх впливів. Відновлювальні території, представлені антропогенно зміненими ландшафтами, забезпечують формування просторової цілісності екомережі.

Розрізняють біосферний, континентальний, національний, регіональний (обласний) та локальний (місцевий) рівні екомереж. Ключовим є регіональний рівень, оскільки він забезпечує формування реальної територіальної системи екомережі.

Згідно Закону «Про екологічну мережу України» проектування екомережі на регіональному рівні здійснюється шляхом розроблення регіональних схем екомережі областей України і міста Києва, а також місцевих схем екомережі адміністративних районів. Регіональні схеми екомережі можуть також розроблятися для природних регіонів, межі яких обумовлені природними чинниками – басейнів річок, гірських систем, прибережних смуг морів тощо. Основними принципами, яким має відповідати територіальна структура регіональної екомережі є такі:

- достатності (загальна площа територій та об'єктів екомережі достатня для збереження біорізноманіття);
- просторової цілісності (території та об'єкти екомережі пов'язані в цілісну просторову систему);
- репрезентативності (на територіях екомережі представлені як типові, так і рідкісні для певного регіону види рослин і тварин, рослинні угруповання, екосистеми, ландшафти).

Проектна територіальна структура регіональної екомережі розробляється на основі характеристики складових її структурних елементів.

За міжнародними стандартами розрізняються 3 стадії формування національних екомереж:

- перша (піонерна) – мережа, як перспективний список конкретних територій та їх картографічне відображення;
- друга – мережа як основа національного природоохоронного плану;
- третя – мережа як частина інтеграційного національного або регіонального (місцевого) плану.

Україна знаходиться на першій стадії формування національної екомережі. Вона є єдиною державою на всьому пострадянському просторі, а можливо і й в Європі, яка має законодавчу базу для створення екомережі. Це Закони України «Про Загальнодержавну програму формування національної екологічної мережі України на 2000 – 2015 рр.» (№1989 – III від 21 вересня 2000 р.) та «Про екологічну мережу України» (№ 1864 – IV від 24 червня 2004 р.). Вже розроблені наукові та методологічні основи створення екомережі та перспективні плани різного ступеня деталізації. Проте досі ще відсутній повний перспективний перелік конкретних територій екомережі.

Отже, створення екологічної системи (екомережі) – це формування взаємообумовленого комплексу природоохоронних територій, що забезпечують екологічну рівновагу, біорізноманіття ландшафтів і чистоту біосфери. Створення науково-обґрунтованої екомережі передбачає забезпечення сприятливих екологічних умов для життя органічного світу; відтворення і

збереження рідкісних природних об'єктів, ресурсів або територіальних комплексів; задоволення наукових і культурних потреб суспільства, створення передумов для збалансованого використання земельних, водних, лісових ресурсів та сталого розвитку території; збереження біорізноманіття, захист життєво важливих екологічних процесів, екосистем і ландшафтів.

Збереження видового різноманіття комах в агробіоценозах

При існуючій системі внутрішньогосподарського землевпорядження, що поєднує досить різні за ґрунтово-мікрокліматичними умовами ділянки, між полями сівозміни й навіть у межах одного поля неминучі істотні розходження в забезпеченні рослин теплом, вологою й елементами мінерального харчування, строках проходження рослинами фенологічних фаз, ступеня поразки посівів шкідниками, хворобами й бур'янами і як наслідок – висока варіабельність урожайності культури. Інакше кажучи, система зрівняльного великомасштабного землевпорядження, що не враховує належною мірою нерівномірність розподілу ґрунтово-мікрокліматичних факторів, не дозволяє реалізувати найважливіші агробіологічні завдання сівозміни – забезпечити найбільш раціональне використання місцевих природних ресурсів, адаптивного потенціалу сортів рослин і техногенних чинників інтенсифікації землеробства.

Очевидно, що сформована повсюдно в країні практика «зрівняльного» землекористування вимагає в першу чергу корінного перегляду системи внутрішньогосподарського землевпорядження. У його основу повинне бути покладене економічно виправдане, але більше диференційоване використання природних і техногенних ресурсів за рахунок виділення екологічно однотипних територій (ЕОТ), що поєднують порівняно однорідні базисні поверхні (морфоелементи), характеристики ґрунтів, мікроклімат, природні процеси.

Людина дійшла до розуміння необхідності збереження різноманіття оточуючого середовища за допомогою заповідання чи інших видів охорони природних територій. Але при проведенні природоохоронних заходів необхідно пам'ятати, особливо на господарчому рівні, про гайки, ярки, межі, балочки,

полянки, чагарники й таке інше, бо це саме ті джерельця, з яких іде постійне видове «підживлення» як природних так і штучних біоценозів. Такі напівприродні стації агроландшафтів в екологічній літературі отримали назву «ентомологічний рефугіум». Під «рефугіумом» розуміють екологічне сховище – ділянку земної поверхні, де один або багато видів фауни переживають несприятливі періоди, впродовж яких на великих просторах ці форми життя зникли.

Якщо буде збережено різноманіття біотопів в агроландшафтах, то проблем щодо збереження в них біорізноманіття буде значно менше. Невтручання людини в ці малі осередки функціонування біотичних комплексів буде сприяти їх близьким до природних сукцесійним процесам, тобто там буде переважати саморегуляція внутрішніх взаємовідносин. Так, наприклад, не потрібно обробляти пестицидами лісосмуги (і всі інші «острівці»), у тому числі і їхні узбіччя (проти бур'янів), не випалювати їх. Практичної користі від застосування хімічного захисту рослин у таких умовах не буде, а от сукцесійним процесам буде завдано дуже великої шкоди. З бур'янами та фітофагами доцільно боротися безпосередньо в культурних фітоценозах, але за умови науково обґрунтованих захисних систем, які передбачають мінімізований вплив на корисну ентомофауну (токсикація насіння культурних рослин, особливо просапних, нічні хімічні обробки і т. ін.).

При цьому, як і при проведенні господарської діяльності в агроландшафтах взагалі, необхідно приділяти посильну увагу збереженню корисної ентомофауни. Щодо диких запилювачів рослин, то збереження їх видового різноманіття (в Україні нараховується до 700 видів) також залежить від збереження середовищ їх існування (узлісся, галявини, обочини доріг, схили балок, ярів, перелоги і т.п.). Більше того, усім цим біотопам необхідно надавати статус мікрозаповідників. Це не потребує великих витрат, а користі приносить багато. Тому збереженню видового різноманіття диких запилювачів повинна приділятися така сама увага, як і червонокнижним видам комах.

У наш час мало приділяється уваги факту, що саме біорізноманіття фауністичних комплексів комах може бути гарантією від деградації ентомофауни в природних, частково змінених екосистемах. Багаторічні дослідження показують, що видова розмаїтість і чисельна рясність жуків різних сімейств, що живуть у ґрунті цілинних ділянок, буває в 1,5 – 5,0 разів більше чим в агроценозах, залежно від типу ґрунту й агрокультури. Біорізноманіття лускокрилих (метеликів), гусениці яких ведуть переважно відкритий спосіб життя на рослинах, а виходить, більше уразливі для фізичних і хімічних впливів, розрізняється ще значніше. Тому можна сказати, що саме ентомологічні притулки або рефугіуми нині стали останнім оплотом біорізноманіття комах в агроландшафтах. Наприклад, в результаті досліджень особливостей формування ентомокомплексів в агробіоценозах Центрального Лісостепу України встановлено, що видова різноманітність змінювалась від поля цукрових буряків ($H=2,45\pm 0,10$ біт/особину), гороху посівного ($H=2,52\pm 0,17$ біт/особину), пшениці озимої ($H=2,97\pm 0,13$ біт/особину) до кукурудзи ($H=3,01\pm 0,13$ біт/особину) і лісосмуг ($H=3,65\pm 0,17$ біт/особину). Напівприродні біотопи, поля зернових і бобових характеризувались більшою різноманітністю і чисельністю жужелиць і стрибунів, порівняно з просапними культурами, оскільки умови в даних біотопах є сприятливими для більшості видів місцевої фауни. Домінуючими видами у посівах сільськогосподарських рослин були *Pterostichus cupreus* L., *P. melanarius* L., *Bembidion properans* Steph., *Ophonus rufipes* Deg. У полях озимої пшениці, які межують з полезахисними деревонасадженнями, узбіччями транспортних шляхів, посівними площами інших культур, число видів жужелиць (особливо зоофагів), їх різноманітність і щільність популяцій зростали у місцях контакту з лісосмугами. Більші площі лучних біотопів, полезахисних насаджень і ектонів в системі полів сприяли нагромадженню епігеонтних ентомофагів, а отже – природному регулюванню чисельності фітофагів. Вплив полезахисних лісосмуг на ентомокомплекс в окремому агроценозі проявлявся у зменшенні загальної різноманітності комах-хортобійців і чисельності ентомофагів в міру віддаленості від деревних

насаджень. найбільшою видовою різноманітністю комах характеризувались напівприродні екосистеми (сінокісні, рекреаційні, пасовищні і гідромеліоративні). На перелогах формувались різноманітні комплекси членистоногих, але з чисельним переважанням шкідливих фітофагів – прямокрилих, клопів і цикадок. Агроценози характеризувались меншою різноманітністю комах, але більшою щільністю популяцій окремих представників.

Ентомологічні рефугіуми на неугіддях – це природна складова частина агроландшафтів. Тому до них необхідно ставитися по-хазяйськи, як і до орних земель. Надмірний випас худоби, степові пожежі, смітник побутового сміття, варварський збір лікувальних трав, необґрунтована оранка ділянок з бідними ґрунтами, які в наслідку перетворюються в засмічені поклади – все це збіднює біорізноманіття комах у межах кожного конкретного господарства. Але найнебезпечніші пестициди, які в результаті змиву або зносу з полів отруюють природні екосистеми, поступово збіднюючи видовий склад комах.

Сільськогосподарські угіддя, що безпосередньо межують із ентомологічними рефугіумами, доцільно займати під люцерну й інші кормові бобові трави, регулярно розміщаючи на них вивідні поля зернопросапних сівозмін. Крім того, на цих полях бажано використовувати інсектициди з найбільш короткими періодами напіврозпаду в ґрунті, практикуючи застосування лише наземної апаратури, що обприскує. Поблизу ентомологічних рефугіумів зовсім не можна застосовувати аерозольні генератори інсектицидних дустів, а також розбивати інтенсивні плодові сади, оскільки всі існуючі системи хімічного захисту садів припускають застосування більших обсягів інсектицидів, які у кілька разів перевищують їх витрати в польових культурах.

Наукові критерії відбору територій для включення до структурних елементів екомережі та переліків територій і об'єктів екомережі

Згідно методичних рекомендацій щодо розроблення регіональних та місцевих схем екомережі як основного заходу із збереження агробіорізноманіття використання ландшафтного принципу при плануванні екомережі адміністративної одиниці, дозволяє найповніше представити в її межах флористичне та ценотичне різноманіття регіону. До складу кожної ключової території високого рангу повинні входити різні ландшафти та природно-популяційні комплекси, це є необхідною умовою саморегуляції біоти даної ключової території, а отже й створення умов для відновлення потенційної флори, рослинності та біоти в цілому, які існували на цій території в доагрокультурний період. Аналіз території сільськогосподарського підприємства бажано проводити з використанням карт землеустрою. Це дозволяє виділити у межах лучних або степових територій ландшафтні елементи різних груп за ступенем змін ландшафту. На територіях з переважанням антропогенних ландшафтів зростає роль незначних за площею ділянок природної рослинності, при умові, що вони пов'язані між собою у цілісну мережу. Таку мережу необхідно розглядати, як територію структурного елемента екомережі локального масштабу.

Екокоридори – просторові, витягнутої конфігурації, структури, що зв'язують між собою ключові території (ядра) і включають існуюче біорізноманіття різного ступеню природності та середовища його існування. Головною їх функцією є забезпечення підтримання процесів розмноження, обміну генофондом, міграції видів, поширення видів на суміжні території, переживання ними несприятливих умов, переховування, підтримання екологічної рівноваги. Функціональне призначення екокоридорів, як шляхів міграції, колонізації та обміну генами через несприятливі умови здійснюється на різні географічні відстані – від локальних до глобальних, а для невеликих і малорухливих видів – від локальних до регіональних, що визначає територіальний статус екокоридорів.

Форма коридорів може бути різною як прямою, так і звивистою. За територіальною цілісністю розрізняють суцільні та острівні екокоридори. Перші являють собою суцільну смугу з природною або напівприродною рослинністю, другі – подовжений контур, у межах якого розміщені природні ділянки між якими існує або є потенційно можливим обмін генетичною інформацією. Необхідно, щоб вони включали максимальну кількість природних об'єктів, характерних для ключових територій, які вони поєднують і були достатньо широкими для створення відповідних умов для біорізноманіття. У загальних рисах, чим вужчий коридор, тим гірше він виконує своє призначення, а чим ширший, тим краще.

Більшість показників, за якими виділяються екокоридори, співпадає з показниками для встановлення ключових територій. Вони повинні мати оптимальні умови для виживання організмів, можливості для їх пересування та міграцій, місця, придатні для відпочинку й живлення міграційних тварин, можливості для інтеграції в єдину континентальну систему.

Базовими критеріями відбору сполучних територій (екокоридорів) є природність меж, достатність широти й протяжності для забезпечення міграції видів, їх розмноження, переживання несприятливих умов. Це пов'язано з тим, що головною функцією екокоридорів є забезпечення просторових зв'язків між ключовими територіями. Головним критерієм для їх виділення є міграційний. Екокоридором є така територія або їх сукупність, вздовж якої може відбуватися обмін генетичним матеріалом і міграції між ключовими територіями. Основними умовами для цього є:

- довжина екокоридору не більше відстані, на які мігрує більшість видів, які існують на ключових територіях, що поєднує екокоридор;
- ширина екокоридору дозволяє популяціям ефективно використовувати його, як канал міграції та розселення;
- едафічні умови екокоридору аналогічні або близькі до едафічних умов тих ключових територій, які він поєднує;

- всередині екокоридору немає міграційних бар'єрів або інших факторів, які можуть заважати міграції та розселенню видів.

До складових відновлювальних територій екомережі включаються території: здавна орані, низькопродуктивні; вдруге засолені внаслідок надмірного зрошення; пасовищні збої, ділянки прогону худоби та місця його постійної концентрації; забур'янені карантинними видами бур'янів, у т.ч. шкідливими для здоров'я людей; кар'єри, відвали породи тощо; орні землі на схилах, які відводяться під ґрунтозахисні смуги, або постійні ділянки, призначені для розведення диких комах-запилювачів; схили насипів та смуги відчуження вздовж автомобільних доріг, залізниць, нафто- і газопроводів, ЛЕП та інших комунікацій; ділянки відкритих ґрунтів на яких відбуваються, або можуть розвинутиися яружні та зсувні процеси; місця постійного відпочинку та інші рекреаційні території; ділянки, які підлягають довгостроковій консервації внаслідок радіаційного, хімічного або іншого забруднення, яке становить загрозу здоров'ю людей та тварин; селітебні території, які підлягають рекультивації – садиби, занедбані ферми тощо.

Червонокнижні види ентомологічного біорізноманіття України

Серед ентомофауни зустрічається 10 видів комах (!), які занесені до Червоної книги України: Скарабей священний (*Scarabaeus sacer* (Linnaeus, 1758), Красотіл пахучий (*Calosoma sycophanta* (Linnaeus, 1758), Жук-смітник (жук-пустельник) (*Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763), Волохатий стафілін (*Emus hirtus* (Linnaeus, 1758), Джміль пахучий (*Bombus fragrans* (Pallas, 1771), Совка сокиркова (*Periphanes delphinii* (Linnaeus, 1758), Пістрянка весела (*Lygaea laeta* (Hubner, 1790), Жужелиця угорська (*Carabus hungaricus* (Fabricius, 1792), Ктир гігантський (*Satanas gigas* (Eversmann, 1855), Дибка степова (*Saga pedo* (Pallas, 1771) (рис. 21–30). Ці комахи ще зустрічаються в біоценозах України, але в доволі малій кількості (!).



Рис. 21 Дибка степова (Saga pedo (Pallas, 1771)

Ряд Прямокрилі – Orthoptera

**Родина Ктирі – Коники
справжні – Tettigoniidae**



Рис. 22 Ктир гігантський (Satanas gigas (Eversmann, 1855)

Ряд Двокрилі – Diptera

Родина Ктирі – Asilidae



Рис. 23 Красотіл пахучий (Calosoma sycophanta (Linnaeus, 1758)

Ряд Твердокрилі – Coleoptera

**Родина Туруни, Жужелиці –
Carabidae**



Рис. 24 Жужелиця Угорська (Carabus hungaricus (Fabricius, 1792)

Ряд Твердокрилі – Coleoptera

**Родина Туруни, Жужелиці –
Carabidae**



Рис. 25 Скарабей священний
(*Scarabaeus sacer* (Linnaeus, 1758))

Ряд Твердокрилі – Coleoptera

**Родина Пластинчастовусі –
Scarabaeidae**



Рис. 26 Жук-смітник, (жук-пустельник)
(*Osmoderma eremita* (Scopoli, 1763))

Ряд Твердокрилі – Coleoptera

**Родина Пластинчастовусі –
Scarabaeidae**



Рис. 27 Волохатий Стафілін
(*Emus hirtus* (Linnaeus, 1758))

Ряд Твердокрилі – Coleoptera

**Родина Стафілініди –
Staphilinidae**



Рис. 28 Пістрянка весела
(*Lygaea laeta* (Hubner, 1790))

Ряд Лускокрилі – Lepidoptera

**Родина Пістрянки –
Zygaenidae**



Рис. 29 Совка сокиркова (Periphanes delphinii (Linnaeus, 1758)

Ряд Лускокрилі – Lepidoptera

Родина Совки – Noctuidae



Рис. 30 Джмінь пахучий (Bombus fragrans (Pallas, 1771)

**Ряд Перетинчастокрилі –
Hymenoptera**

**Родина Справжні бджоли –
Apidae**

МЕТОДИ ОЦІНКИ БІОРІЗНОМАНІТТЯ

Проблема збереження біорізноманіття, як необхідного компонента сталого розвитку нашої планети та збереження життя на Землі, є однією з найактуальніших проблем сучасності. Це обумовлено тим, що дестабілізація біоти може привести до втрати здатності біосфери підтримувати необхідну якість середовища і, в кінцевому підсумку, сталий розвиток цивілізації.

Вирішення проблеми по його збереженню зараз розглядається на основі деякою мірою взаємозв'язаних для популяції видового і екосистемного підходів. Популяційно-видовий підхід передбачає збереження або відновлення генетичного потенціалу біосфери, чисельності та ареалів видів в масштабах, достатніх для їх стійкого існування і використання, а також збереження популяцій та внутрішньовидових форм, моніторингу та менеджменту їх збереження.

При екосистемному підході основна увага звертається на вивчення стану та розробку комплексу заходів щодо збереження їх найбільш вразливих різновидів, підтримання в них природних процесів і, в кінцевому підсумку, збереження їх функцій.

При будь-якому підході біорізноманіття оцінюється (описується) для різних територіальних угруповань біосфери. Це так званий територіальний або біохорологічний підхід. Нижнім рівнем біохорологічного (територіального) різноманіття в екології вважається біогеоценоз і елементарна регіональна біота. Більш високими рівнями біогеографічного районування вважається округ, провінція, область, контури яких в різних системах районування Землі можуть не збігатися (в залежності від застосовуваних критеріїв).

Залежно від біохорологічного рівня (розмірів території) може істотно змінюватися і таксономічний рівень одиниць, за якими оцінюється біорізноманіття. Найбільш універсальною і обов'язковою одиницею для всіх біохорологічних рівнів є вид. При оцінці біорізноманіття територіальних угруповань більш високого рангу (округ, провінція, область), як і при оцінці змін різноманіття в часі, все більшого значення набувають також таксони такі

як рід, родина, загін і т.д. Разом з тим, на рівні спільнот, поряд з асоціаціями видів, розглядаються і дрібніші угруповання (парцели, синузії і т.д.).

Контроль над біологічним різноманіттям вимагає його вимірювання, а вимірювання тільки тоді стає можливим, коли якісні ознаки можуть бути описані кількісно, в величинах, які можна порівнювати.

Оцінка біологічного різноманіття має важливе прикладне значення, так як:

- 1) дозволяє контролювати збереження генетичного потенціалу;
- 2) дає уявлення про стан екосистем на певній території;
- 3) служить основою для розробки системи менеджменту окремих видів.

Різноманіття прийнято оцінювати або шляхом підрахунку видів, вимірювання їх відносного достатку, або заходами, що об'єднують ці два компоненти. Проте, оцінка різноманіття тільки простим підрахунком видів малоінформативна, так як жодне співтовариство не складається з видів рівної чисельності. Із загального числа видів якого-небудь трофічного рівня або спільноти в цілому зазвичай лише деякі бувають домінуючими (тобто мають велику біомасу, продуктивність або інші показники), переважна ж частина відноситься до рідкісних видів (тобто має низькі показники «значущості»). Таким чином, більшість видів в співтоваристві нечисленні, кількість інших помірні і лише деякі розповсюдженні.

Звичайно під різноманіттям розуміють видове багатство флори або фауни, проте насправді такі оцінки відображають не різноманіття, а багатство, тобто принципово іншу категорію. Різноманіття є інтегральною оцінкою багатства та розподілу елементів багатства за їхньою ряснотою. Для оцінок різноманіття використовується низка показників. Найвідомішими серед них є ентропійний показник Шеннона-Уївера (H') та індекс різноманіття Сімпсона (D). На основі цих та подібних показників розраховуються показники складності угруповань, показники видового і таксономічного різноманіття тощо.

Оцінка видового біорізноманіття (α -різноманіття)

При оцінці альфа-різноманіття беруться до уваги два чинники: видове багатство і вирівненість різноманіття видів.

Видове багатство – кількість видів всієї біоти або якоїсь її частини (рослин, мохів, лишайників, водоростей, грибів, нематод, комах, птахів і т. д.) на певній площі.

Вирівнюваність – рівномірність розподілу видів за їх великою кількістю в співтоваристві.

Для оцінки альфа-різноманіття можна вдатися до побудови графіків видового різноманіття або скористатися методами знаходження індексів видового багатства – співвідношення між числом видів і показником значущості: чисельністю, біомасою або продуктивністю.

В даний час запропоновано більше 40 індексів, які призначені для оцінки біорізноманіття.

Індекси, що застосовують в аналізі різноманіття співтовариств, повинні відповідати таким вимогам:

- 1) різноманіття спільноти тим вище, чим більше в ньому кількість видів;
- 2) різноманіття спільноти тим вище, чим вище його вирівненість.

Більшість розходжень між індексами, що вимірюють біорізноманіття, полягають в тому, яке значення вони надають вирівненості і видовому багатству.

Індекси видового багатства

Важливою мірою оцінки різноманіття для обмеженої в просторі і в часі спільноти, для якої точно відомо число складових його видів і особин, є видове багатство. Однак в більшості випадків використовується лише вибірка, не враховуючи повний список видів спільноти. В цьому випадку необхідно використовувати «нумеричне видове багатство», тобто число видів з співвідношенням на строго обумовлене число особин або на певну біомасу, і видову щільність.

Видова щільність (наприклад, на 1 м²) – найбільш поширений показник видового багатства. Показник «нумеричне видове багатство» використовується рідше, хоча більш популярне його застосування при дослідженні водних об'єктів. Наприклад, при дослідженні екологічних впливів на спільноти риб можна використовувати показник число видів на 1000 риб.

Різні поєднання S (число виявлених видів) і N (загальне число особин всіх S видів) лежать в основі простих показників видового різноманіття:

індексу видового багатства Маргалефа:

$$D_{Mg} = \frac{S-1}{\ln N}$$

індексу видового багатства Менхініка:

$$D_{Mn} = \frac{S}{\sqrt{N}}$$

Перевага цих індексів – легкість розрахунків. Велика величина індекса відповідає більшому різноманіттю.

Індекси, засновані на відносному достатку видів

Цю групу індексів називають індексами неоднорідності, так як вони враховують одночасно і вирівняність, і видове багатство. Індекси, засновані на відносному достатку видів, відносяться до непараметричних, оскільки вони не вимагають ніяких припущень про розподіли. Їх застосування поглиблює оцінку біорізноманіття в порівнянні з індексами видового багатства, які опираються лише на один параметр.

Виділяються дві категорії непараметричних індексів:

- 1) індекси, отримані на основі теорії інформації (інформаційно-статистичні);
- 2) індекси домінування.

Шеннон в 1949 році вивів функцію, яка стала називатися індексом різноманіття Шеннона. Розрахунки індексу різноманіття Шеннона припускають, що особини потрапляють у вибірку випадково з «невизначено великою» (тобто практично нескінченною сукупністю) генеральною

сукупністю, причому у вибірці представлені всі види генеральної сукупності. Невизначеність буде максимальною, коли всі події (N) матимуть однакову ймовірність настання ($p_i = n_i/N$). Вона зменшується в міру того, як частота деяких подій зростає в порівнянні з іншими, аж до досягнення мінімального значення (нуля), коли залишається одна подія і є впевненість в її настанні.

Індекс Шеннона розраховується за формулою:

$$H = -\sum p_i \ln p_i$$

де величина p_i – частка особин i -го виду.

У вибірці справжнє значення p_i невідомо, але оцінюється як n_i/N .

Причини помилок в оцінці різноманіття з використанням цього індексу полягають в тому, що неможливо включити у вибірку всі види реального співтовариства.

При розрахунку індексу Шеннона часто використовується двійковий логарифм, але прийнятно також використовувати й інші види логарифма (десятковий, натуральний)

Індекс Шеннона зазвичай варіює в межах від 1,5 до 3,5, дуже рідко перевищуючи 4,5.

Індекс Шеннона виявився найпопулярнішим в оцінці даних за різноманіттям і застосовується частіше інших.

Заходи домінування приділяють основну увагу безлічі всіх самих звичайних видів, а не видовому багатству. Кращим серед індексів домінування вважається індекс Сімпсона.

Індекс Сімпсона описує вірогідність приналежності будь-яких двох особин, випадково відібраних з невизначено великої спільноти, до різних видів формулою:

$$D = \sum p_i^2$$

де p_i – частка особин i -го виду.

Для розрахунку індексу використовується формула, відповідна кінцевій спільноті:

$$D = \sum \left(\frac{n_i(n_i - 1)}{N(N - 1)} \right)$$

де n_i – число особин i -го виду, а N – загальне число особин.

У міру збільшення D різноманіття зменшується. Тому індекс Сімпсона часто використовують у формі $(1-D)$. Ця величина носить назву «вірогідність міжвидових зустрічей» і варіює від 0 до 1. Він дуже чутливий до присутності в вибірці найбільш насичених видів, але слабо залежить від видового багатства. Висока або низька величина індексу визначається типом розподілу видове різноманіття для випадків, коли число видів перевищує 10.

Міра різноманіття Макінтоша. У 1967 році Макінтош запропонував розглядати співтовариство як точку в S -вимірному гіперпросторі з координатами (n_1, n_2, \dots, n_s) . Тоді відстань такого співтовариства від початку координат можна використовувати як міру його різноманіття:

$$U = \sqrt{\sum n_i^2}$$

Індекс Макінтоша U сам по собі не є індексом домінування, однак, використовуючи його, можна розрахувати міру різноманіття D , або домінування, яка незалежна від обсягу вибірки:

$$D = \frac{N - U}{N - \sqrt{N}}$$

В подальшому можна вирішувати рівняння:

$$E = \frac{N - U}{N - \frac{N}{\sqrt{S}}}$$

Індекс Бергера-Паркера – один із заходів домінування. Його перевага – простота обчислення. Індекс Бергера-Паркера виражає відносну значимість найбільш насичених видів:

$$d = \frac{N_{\max}}{N}$$

де N_{\max} – число особин самого насиченого виду.

Збільшення величини індексу Бергера-Паркера, як і індексу Сімпсона, означає зменшення різноманіття і збільшення ступеня домінування одного виду.

Тому зазвичай використовується величина зворотня індексу Бергера-Паркера $1/d$.

Цей індекс незалежний від кількості видів, але на нього впливає обсяг вибірки. Деякі вчені вважають цей індекс кращою мірою різноманіття

Графіки та моделі α -різноманіття

Ряд закономірностей розподілу видів у спільнотах через велику кількість (число видів) і вирівненість (число особин) добре виявляється при побудові графіків. Зазвичай використовуються декілька типів, які відображають або загальні тенденції або подробиці (деталі) досліджуваного явища.

1. Графік ранг/достаток – відображає дані про кількість видів. Його побудові передують ранжування за чисельністю, на основі якого на осі абсцис (горизонтальній) відкладаються порядкові номери видів у напрямку зниження їх чисельності, а по осі ординат чисельність кожного виду. Лінія, що з'єднує точки, називається кривою значущості (домінування) видового розподілу. Такий графік відповідає геометричній моделі розподілу, яка характерна для бідних видами типів порушених співтовариств (місць існування), коли кожен вид займає вільну екологічну нішу, не перекриваючи нішу інших видів (з певною часткою ресурсів). Звичайно чим крутіше крива, тим менше різноманіття і сильніше домінування одного або декількох видів.

2. Частотний розподіл встановлює залежність між кількістю особин і кількістю видів. Він показує, що в співтоваристві більшість видів порівняно нечисленні, частина видів відрізняється середньою чисельністю, а численні види по суті справи «поодинокі» (йдуть в «хвіст» розподілу).

3. Логарифмічний розподіл, при якому на осі абсцис число особин відкладається в логарифмічному масштабі. Тут можливі 2 варіанти:

- логарифмічний простий розподіл, який відповідає розподілу невеликого числа численних видів і значного числа рідкісних. Йому відповідає круто падаюча крива;

- логарифмічний нормальний розподіл відображає співвідношення видів в багатьох спільнотах, існування яких визначається великою кількістю чинників. Відношення кількості видів і чисельності їх особин добре відображає S крива, яка свідчить, що більшість видів існує в умовах змагання, а не прямої конкуренції за ресурси.

4. Графік, який відповідає моделі «розламаного стержня», коли по осі ординат відкладаються велика кількість видів в лінійному масштабі, а по осі абсцис ранг в логарифмі частот від найбільш численних до менш численних. Ця модель добре відображає співвідношення видів з чітко вираженою територіальною поведінкою і міжвидовою конкуренцією.

5. Можна також використовувати графік, коли по осі ординат відкладається накопичений достаток виду у відсотках, а по осі абсцис логарифм рангу (порядковий номер виду).

Крім зазначених застосовуються також дзета, гіперболічна, експоненціальна і інші моделі, які відображають розподіл видів в деяких співтовариствах з урахуванням щільності організмів.

Аналіз β - різноманіття співтовариств

Бета-різноманіття (запропоноване Уїттекером в 1960 р.) характеризує ступінь відмінності або подібності ряду місць існування або вибірок з точки зору їх видового складу, а іноді і великої кількості видів. Один із загальних підходів до встановлення бета-різноманіття – оцінка змін видового різноманіття вздовж градієнта середовища. Інший шлях його визначення - порівняння видового складу різних спільнот. Чим менше загальних видів в спільнотах або в різних точках градієнта, тим вище бета-різноманіття. Цей шлях використовується в будь-яких дослідженнях, що розглядають ступінь відмінностей видового складу вибірок, місць існування чи спільнот.

Його застосовують також при порівнянні сезонної динаміки складу співтовариств, зміні ступеня харчової спеціалізації видів, оцінці забруднення водойм і наземних співтовариств і т.д.

Разом із заходами оцінки внутрішнього різноманіття місць існування бета-різноманіття можна використовувати, щоб отримати уявлення про загальне різноманіття умов даної території.

При оцінці даних про присутність або відсутність видів у спільнотах зазвичай використовують різні заходи або критерії вимірювання β -різноманіття, але більшістю критеріїв відповідає міра Уїттекера. Дані про подібність/розходження зазвичай встановлюються в абсолютних або відносних значеннях.

При порівнянні спільнот враховують такі показники:

- a – число видів, загальних для двох спільнот;
- b – число видів, наявних тільки в одному співтоваристві;
- c – число видів, наявних тільки в іншому співтоваристві.

На їх основі розраховуються значення $a + b$, $a + c$, $a + b + c$, а також негативні збіги (неспівпадань).

Показники схожості засновані на заходах різноманіття. Виділено 6 заходів вимірювання бета-різноманіття на основі даних присутності чи відсутності видів.

Міра Уїттекера описується формулою:

$$\beta_W = \frac{S}{\alpha} - 1$$

де S – загальна кількість видів, зареєстрованих у системі; α – середнє різноманіття вибірок стандартного розміру, що вимірюється як видове багатство.

Міра Коуді розроблена для дослідження змін в співтоваристві птахів уздовж градієнта середовища:

$$\beta_C = \frac{g(H) - l(H)}{2}$$

де $g(H)$ – число видів, додалося уздовж градієнта місцепроживання, а $l(H)$ – число видів, втрачене на тому ж трансекті.

Заходи Ратледжа. Міра β_R враховує загальне видове багатство і ступінь співпадінь видів:

$$\beta_R = \frac{S^2}{2r + S} - 1$$

де S – загальна кількість видів у всіх вибірках, а r – число пар видів з перекриваючим розподілом.

Міра β_I заснована на теорії інформації та була спрощена для якісних даних і рівного розміру вибірок:

$$\beta_I = \log(T) - (1/T) \sum e_i \log(e_i) - (1/T) \sum \alpha_j \log(\alpha_j)$$

де e_i – число вибірок вздовж трансект, в якому представлений i -й вид, α_j – видове багатство j -й вибірки, а $T = \sum e_i = \sum \alpha_j$.

Міра β_E – експоненціальна форма β_I :

$$\beta_E = \exp(\beta_I) - 1.$$

Міра Уілсона і Шмідта β_T включає ті ж елементи втрати (l) та додавання (g) видів, що і міра Коуді, але стандартизована на середнє видове багатство вибірок α , що входить в міру Уіттекера:

$$\beta_T = [g(H) + l(H)]/2\alpha$$

Для біоценотичних, фауністичних і біогеографічних досліджень запропоновано більше 10 індексів, але найчастіше використовуються індекси:

Жакара $J = a/(a+b+c)$, розраховується відношення кількості загальних видів, до об'єднаної кількості;

Чекановського-Серенсена, співвідношення видів до середньоарифметичного числа видів в двох спільнотах.

З числа індексів, що враховують негативні збіги (неспівпадіння) найбільш простими є індекси:

Кульчинського $I_k = a/(b+c)$;

Сокала-Майченера $(a+d)/(a+b+c+d)$.

При розрахунку індексів спільності для кількісних даних найбільш прийнятне використання коефіцієнта Серенсена :

$$Cn = \frac{2jN}{aN+bN},$$

де ділене – сума найменших кількостей; дільник – загальне число особин на ділянках а і b.

При розрахунку тих чи інших показників зазвичай проводиться їх групування і класифікація. Ці процедури виконуються перетворенням отриманих розрахункових даних (матриці) в різні графіки або діаграми

Оцінка біорізноманіття великих територіальних угруповань

Для характеристики біорізноманіття на рівні ландшафтів зазвичай використовується показник γ -різноманіття, на рівні біогеографічних районів епсилон-різноманіття, а на рівні природних зон γ -різноманіття.

Однак, оскільки ці території просторово неоднорідні, а складові їх екосистем неоднакові, то характеристики вимагають врахування безлічі факторів і в кінцевому підсумку виходять узагальнені показники, які не мають абсолютного значення. Найчастіше розраховуються показники простої, умовної і складної ентропії, що показують умовні масштаби вивчення.

У ряді робіт при характеристиці γ -різноманіття враховується різноманіття спільнот і екосистем в термінах просторових показників, в тому числі ступінь фрагментації спільнот, коефіцієнт ландшафтної неоднорідності, складність кордонів територіальних угруповань та інші, але вони строго не описані в інформаційних термінах, формулах і в кінцевому підсумку також не дають абсолютних значень.

Якщо гамма-різноманіття визначається як загальне різноманіття групи ділянок, то епсилон-різноманіття, або регіональне різноманіття – загальне різноманіття групи територій гамма-різноманіття, яке належить до великих біогеографічних областей.

Для вивчення різноманіття фітоценохора (фітоценохор – (від фітоценоз і грец. *chora* – місце, простір), одиниця територіального поєднання фітоценозів в

межах геохори різного рангу) вважається ефективним використання для дослідження гамма-різноманіття обчислення складної ентропії:

$$H'' = - \sum_{j=1}^N P_j \sum_{i=1}^N P_{ij} \log P_{ij}$$

де P_j – апіорна ймовірність появи j класу; P_{ij} – ймовірність віднесення зразка i класу до j класу.

При багатосторонньому вивченні складних одиниць рекомендується обчислювання умовної ентропії H_n (Яглом, 1972) виду:

$$H_n = - \sum_{i=1}^N P(A_i) H(A_i)$$

де $P(A_i)$ умовні ймовірності появи i -го класу за j просторовою (або іншою умовною) характеристикою:

$$P(A_i) = \sum_{j=1}^N P_j P_{ij}$$

а $H(A_i)$ – окремі умовні ентропії для кожного класу:

$$H(A_i) = - \sum_{j=1}^N P_{A_i(j)} \log P_{A_i(j)}$$

Застосування зазначеного апарату в різних напрямках може описати різні властивості гамма-різноманіття. При цьому потрібно пам'ятати, що всі ці показники не мають абсолютного значення і використовуються лише для їх порівняння, яке дає приріст інформації (ΔI_i), в залежності від зміни умов досвіду, і визначається по різниці проміжних ентропій:

$$(H_i) : \Delta I_i = H_i - H_{i-1}$$

У багатьох роботах на ландшафтному рівні біорізноманіття розглядається як різноманіття спільнот і екосистем в термінах просторових показників, включаючи такі, як ступінь фрагментації, форма плям, складність кордонів, суміжність плям та інші показники, пов'язані з вимірюванням ландшафтною структури. Однак такі показники просторової неоднорідності строго не описані в інформаційних термінах.

Проведення діагностики онтогенетичного стану деревних рослин

Період часу від виникнення рослини із заплідненої яйцеклітини або вегетативної бруньки до його природної смерті називається життєвим циклом або онтогенезом.

Онтогенез рослин складається з ряду послідовних вікових періодів. Послідовність настання цих періодів та їх тривалість визначаються генотипом того чи іншого виду.

Ембріональний період – починається ще на материнській рослині з утворення зиготи. В результаті процесів ділення, росту і диференціації клітин зиготи утворюється зародок насіння.

Проростки (pl) – рослини, що сформовані з насіння у рік його проростання, має первісний корінь і пагін з сім'ядолями.

Ювенільні дерева (j) – не мають сім'ядолі, проте мають деякі інфальтивні структури. Первісний пагін не має гілок. Коренева система складається лише з первинного кореня і невеликої кількості бічних коренів.

Іматурні дерева (im) – займають проміжне положення між ювенільними і дорослими деревами. Система пагонів складається з гілок 2-4 порядків, крона ще не сформована. Діаметр стовбура не перевищує діаметр крупних гілок більш як вдвічі. Листки мають дорослу структуру. Іматурні дерева входять у ярус чагарників.

Вергінільні дерева (v) – мають майже повністю сформовані риси дорослого дерева, яке ще не почало плодоносити. У рослин добре розвинуті стовбур і крона, а приріст у висоту максимальний за увесь період. Діаметр стовбура перевищує діаметр скелетних гілок у 3 і більше разів. Пагонова система складається з гілок 4–7 порядків.

Молоді генеративні дерева (g1) – вперше починають плодоношення. Репродуктивні органи розташовані у верхній частині крони. Порядок гілкування 7–9 і більше. У нижній частині стовбура починає формуватися корок.

Середньовікові генеративні дерева (g2) – мають типову крону. Приріст дерев у висоту пригальмовується. Пробуджуються сплячі бруньки. Число квіток

максимальне для данного виду. Плоди і насіння утворюються у верхній і середній частині крони.

Старі генеративні дерева (g3) – призупиняється приріст рослини у висоту. Пробуджуються сплячі бруньки на стовбурі. У деяких випадках вторинна крона може повністю замінити первинну. Кількість квіток і плодів нерегулярна. Кількість насіння невелика.

Синильні дерева (s) – пройшли етапи генеративного розвитку (повний онтогенез), мають суху верхівку, низькорозташовану живу частину крони. Дерево не здатне до утворення насіння і плодів.

Більшість деревних рослин можуть цвісти і плодоносити багаторазово – полікарпічні види. На відміну від них – монокарпічні види – здатні цвісти і плодоносити тільки один раз в житті, після чого надземні пагони відмирають.

У полікарпічних деревних порід етап старіння нерідко виявляється дуже тривалим, тому що разом із старінням і відмиранням окремих пагонів у кроні відбувається утворення нових пагонів за рахунок пробудження сплячих бруньок. Продовженню життя також сприяє розвиток пенькових, корневих і стовбурових паростків.

За тривалістю життя деревні рослини поділяють на:

- досить довговічні – дуб (до 1500 років), кедр європейський (до 1000 років), модрина (до 800 років);
- довговічні – ялівець звичайний (до 500 років), бук лісовий (400–500 років), сосна звичайна (до 350 років), груша (200–300 років);
- середньо-довговічні – береза повисла (до 150 років), яблуня (100–150 років), вільха чорна (100–150 років);
- недовговічні – тополя (100 років), осика (80–100 років), горобина (до 60 років).

Онтогенез будь-якої деревної рослини пов'язаний з такими явищами, як ріст і розвиток. Обидва ці процеси протікають одночасно і нерозривно та пов'язані між собою. Під ростом розуміють вікове збільшення висоти, об'єму і

маси деревних рослин. Розвиток – це якісні зміни, які проходять в організмі рослин.

За інтенсивністю росту дерева поділяють на:

- досить швидкоростучі – щорічний приріст до 2 м і більше (тополя, береза повисла, ясен звичайний);
- швидкоростучі – приріст до 1 м на рік (в'яз, дуб, сосна звичайна);
- помірно-ростучі – приріст до 0,5–0,6 м (липа, ялина, ялівець віргінський);
- повільноростучі – приріст до 0,25–0,3 м (груша, яблуня);
- досить повільноростучі – приріст до 0,15 м і менше (ялівець звичайний).

У багаторічних деревних рослини щороку повторюються одні й ті ж самі цикли – вегетації і спокою, закладання бруньок та їх розпускання, росту пагонів і його припинення, тощо. У межах цих циклів спостерігається послідовне настання і протікання фенологічних фаз (фенофаз) росту і розвитку деревних рослин. Під фенологічною фазою розуміють окремий часовий етап річного циклу росту і розвитку рослини, який характеризується чітко вираженими зовнішніми морфологічними ознаками. Календарний час настання фенологічної фази називається фенодатою. Час між окремими фенодатами становить міжфазний період, або фенологічний цикл. Циклічність і періодичність фізіологічних процесів обумовлює наступ фенологічних фаз, проте динаміка їх настання, терміни початку і закінчення, тривалість перебувають під впливом кліматичних умов, пристосовуючись до яких, рослини суттєво змінюють ритм процесів росту і розвитку і свій фенологічний стан.

Методи оцінки абсолютної щільності та просторової структури популяції

Абсолютна щільність (D) організмів на досліджуваній однорідній ділянці визначається як середнє арифметичне кількості зареєстрованих у межах кожної пробної ділянки (x_i) організмів (даного виду):

$$D = \frac{\sum x_i}{n}$$

де n – кількість досліджених пробних ділянок ($i \in [1, n]$).

Показником, що характеризує точність отриманих результатів, є похибка оцінки щільності (SE_D), що визначається через варіансу (S^2):

$$SE_D = \sqrt{\frac{S^2}{n}}$$

$$S^2 = \frac{\sum x_i^2 - ((\sum x_i)^2/n)}{n - 1}$$

де $\sum x_i^2$ – сума квадратів кількості організмів у кожній з n пробних ділянок, $(\sum x_i)^2$ – квадрат суми цих величин.

Достовірними вважаються результати, при яких відношення D/SE_D виявляється більше або дорівнює 5, тобто величина помилки становить не більше 20% величини самого показника.

На підставі цього підходу визначається необхідна кількість пробних площадок так, щоб отримані дані були достовірними. Це число (n^*) визначається за формулою Еліота:

$$n^* = \frac{25 \times S^2}{D^2}$$

Просторова структура популяції

Найбільш простим методом визначення характеру просторового розподілення об'єктів є використання індекса Одума I_0

$$I_0 = \frac{S^2}{D}$$

Якщо статистично доведено, що $I_0 < 1$, те особини розподілені в популяції рівномірно, $I_0 > 1$ – групами, якщо $I_0 = 1$, то особини розподілені випадково.

Індекс Одума характеризує тип просторового розподілення організмів в кожний момент збору, а отже, може бути використаний для аналізу мінливості просторової структури популяції в часі.

Визначення видового різноманіття, багатства та рівня домінування окремих видів у біоценозі

Чисельну характеристику співвідношення між чисельністю різних видів дає індекс домінування Симпсона (С):

$$C = \sum (n_i / N)^2,$$

де n_i – чисельність особин кожного з видів, а N — сумарна чисельність особин всіх аналізованих видів.

Індекс домінування Бергера-Паркера враховує тільки частку виду-домінанта:

$$D_{BP} = n_{max} / N,$$

де n_{max} – чисельність виду, що зустрічається найбільш часто.

Обидва показника приймають тим менше чисельне значення, чим більше вирівняна структура домінування, тобто, чим ближче оцінки чисельності для всіх видів. При цьому, індекс Симпсона надає звичайним видам більшу вагу, оскільки при зведенні у квадрат малих відносин (n_i/N) виходять дуже малі величини.

Видове різноманіття, або міра видової неоднорідності угруповання, визначається по формулі Шеннона:

$$H_{Sh} = - \sum [(n_i/N) \cdot \ln (n_i/N)],$$

або формулі Сімпсона:

$$H_S = 1 - \sum (n_i/N)^2.$$

Обидва показники приймають максимальне значення при рівності чисельності всіх видів в угрупованні. При цьому показник різноманіття Шеннона прямує до величини $H_{Sh} \rightarrow \ln s$, а показник різноманіття Симпсона – $H_S \rightarrow (s-1)/s$, де s – загальна кількість видів.

Для чисельної оцінки видового багатства угруповання використовують індекс Маргалєффа:

$$D_M = \frac{s - 1}{\ln N}$$

Чим більше видів, тим вище значення цього індексу. Зростання числа особин при незмінному числі видів веде до зниження значення індексу.

Рівномірність (вирівненість) видового розподілу, що також відбиває ступінь різноманіття угруповання, визначається за індексом вирівненості Пієлу:

$$E = H_{Sh}/\ln s,$$

де H_{Sh} – значення показника різноманіття Шенона для даного угруповання. Індекс вирівняності Пієлу приймає значення від 0 до 1.

Для реальних угруповань даний показник рідко перевищує 0,80.

Оцінка просторового розподілу особин

Важливою екологічною характеристикою досліджуваної популяції є характер просторового розподілу особин (рис. 32).

Коли особини не схильні до яких-небудь стійких взаємодій, вони розподілені випадково (А). Коли ж відносини між особинами в своїй основі антагоністичні, між ними діють сили відштовхування, тому, якщо середовище досить однорідне, розміщення особин виявиться близьким до рівномірного (Б). І, нарешті, якщо в поведженні особин переважає тенденція до позитивних взаємодій, їхнє розміщення в однорідному середовищі може бути груповим (В). Крім того, груповий тип розподілу особин у просторі може бути викликаний нерівномірністю (гетерогенністю) самого середовища де вони перебувають.

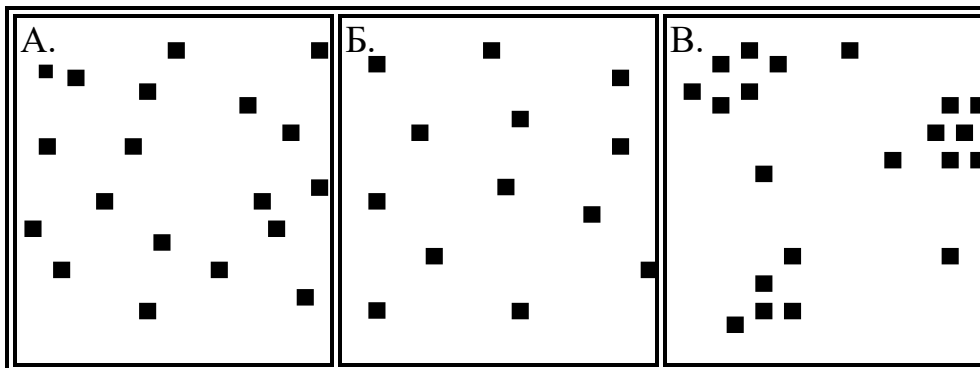


Рис. 32 Характер просторового розподілу особин

А – відсутність стійких взаємодій між особинами, Б – антагоністичні взаємодії між особинами, В – позитивні взаємодії між особинами

Суттєвий недолік багатьох методів оцінки характеру просторового розподілу особин полягає в допущенні того, що вибірка може бути набагато менша, ніж плями, що утворені скупченнями особин. Очевидний вихід, який дозволяє нівелювати таке допущення полягає у використанні великої кількості невеликих вибірок (пробних ділянок).

Метод визначення характеру просторового розподілу особин, який було запропоновано Морисіта (Morisita, 1959) позбавлений описаного вище припущення. На результати використання даного методу зовсім не впливають розміри пробної ділянки та розміри вибірки (за умови, якщо вона не занадто велика).

Системний підхід до вивчення переміщення особин у просторі

Всі живі організми активно переміщуються в процесі своєї життєдіяльності. Причинами переміщень особин у просторі може бути ціла група факторів:

- харчова активність;
- пошук статевого партнера;
- зниження зайвої скупченості в певному місці;
- розширення ареалу.

Розселення або дисперсія – може бути активним і пасивним.

Пасивне розселення властиво рослинам і багатьом групам прикріплених тварин.

Активне розселення часто буває пов'язане з реакцією організму на вплив факторів зовнішнього середовища.

Переміщення, що мають під собою еколого-фізіологічну основу називають **таксисами**. Переміщення особин уздовж градієнта висоти називається геотаксисом; переміщення уздовж напрямку повітряного потоку (вітру) або току води – реотаксисом; з освітленого місцеперебування в більш затінене – скототаксисом; уздовж температурного градієнта – термотаксисом тощо.

Величина дисперсії організму розглядається як відстань переміщення особини протягом певного відрізка часу. Відстань переміщення визначається як довжина прямої лінії між позиціями особини протягом двох послідовних спостережень.

Методи аналізу міграційної активності

При обробці отриманих результатів аналізуються наступні аспекти міграційної активності:

- інтенсивність переміщень;
- спрямованість;
- відстань переміщення;
- прямолінійність;
- територіальність.

Інтенсивність переміщення (дисперсії) організмів визначається як частка мічених особин, що перемістилися за даний відрізок часу, від загального числа випущених на початку експерименту.

Спрямованість переміщення. Вибір напрямку переміщення визначається факторами зовнішнього середовища (гетерогенністю місцеперебування) або особливостями соціальних взаємин між особинами. Для аналізу спрямованості переміщення використовується критерій Хі-квадрат Пірсона (χ^2), що дозволяє оцінити вірогідність спрямованості переміщень організмів від рівномірного.

Відстань переміщення організмів характеризується *відстанню віддалення* (по прямій лінії) від місця випуску. При цьому вважається що:

- по-перше, ймовірність виявити мічену особину не залежить від відстані її віддалення;
- по-друге, за одиничний проміжок часу особина переміщається практично прямолінійно.

Прямолінійність переміщень. При довгострокових дослідженнях ефективність переміщення визначається за допомогою «**індексу прямизни**»

Гамільтона (It). Цей індекс розраховується, як відношення відстані віддалення від вихідної точки до загальної довжини шляху (тобто суми відстаней переміщення на кожному етапі реєстрації положення особини). У випадку, якщо особина, за якою ведеться спостереження, знаходиться в межах однієї зони, індекс прямизни буде близький до нуля, при переміщенні особини практично по прямій лінії – близький до одиниці.

Територіальність. Поняття «індивідуальної ділянки» характеризує простір, який використовується особиною, що веде осілий спосіб життя. Основна кількісна характеристика індивідуальної ділянки (ІД) – це його площа.

Розселення можна визначити, як переміщення тварин від місця народження до місця, де вони розмножуються.

Виділяється два типи розселення – *природне й змушене*. **Природним розселенням** називаються спонтанні переміщення, причини яких – не зовнішні умови, а генетичні особливості особин, що розселяються. **Змушене розселення** – це поведінкова реакція тварин на несприятливі зовнішні умови, наприклад, недолік їжі, або життєвого простору. При цьому, природне розселення аналогічно дифузії, змушене – процесам, що відбуваються під дією добору.

Індекси подібності флор та фаун

Для порівняння угруповань у різних місцеперебуваннях, а також для аналізу їхніх змін уздовж досліджуваного градієнта використовують цілий ряд індексів подібності флор та фаун, заснованих на частках загальних і різних видів у порівнюваній парі таксономічних наборів. Аналіз проводиться за наступними етапами.

1. Перший етап – порівняння. Складається списки всіх видів, що зустрічаються, в обох досліджуваних екосистемах, при цьому відзначається чи зустрічається кожний з видів у даному угрупованні. Потім будується таблиця куди заносяться наступні значення:

a	b
c	d

де a – число видів, що зустрічаються в обох порівнюваних угрупованнях;
b – число видів, наявних тільки в першому угрупованні та відсутні у другому;
c – число видів, які наявні тільки в другому угрупованні та відсутні у першому;
d – число видів, які відсутні в обох угрупованнях, але наявні в інших списках із усіх даних.

Перші два, із запропонованих нижче індексів, не враховують значення d і використовують тільки дані про наявність або відсутність кожного з видів, що розглядаються в порівнювальних списках, тоді як для розрахунку двох інших необхідна інформація про чисельність кожного з видів в обох угрупованнях.

2. Другий етап – визначаються індекси подібності.

Індекс Чеканівського-Серенсена визначає відношення загального числа видів до середнього арифметичному числу видів у двох списках:

$$I_{CS} = \frac{2a}{(a + b) + (a + c)} \times 100$$

Цей індекс виражає у відсотках подібність видового складу біоценозів, наприклад, на двох пробних площадках; $I_{CS}=0$, якщо немає жодного загального виду, $I_{CS}=100$, якщо всі види для двох ділянок (угруповань) загальні.

Ступінь домінування кожного виду при цьому не враховується, як і при використанні **індексу Жакара**, що визначає відношення загального числа видів до числа видів у об'єднаному списку:

$$I_j = \frac{a}{a + b + c} \times 100$$

Індекс Ренконена враховує рівень відносного домінування окремих видів, але досить чутливий до присутності в угрупованнях явних домінантів, які, втім, можуть і неповно характеризувати розглянуті ценози:

$$I_D = \sum d_i^{\min},$$

де d_i^{\min} – більше низьке (із двох наборів) значення індексу відносного домінування виду i , де $i \in [1; s]$.

Практично ідентичний індексу Ренконена **індекс перекривання за Роджерсом-Шенером:**

$$C_{jk} = 1 - 1/2 * \sum |p_{ij} - p_{ik}|,$$

де p_{ij}, p_{ik} – частка i -того виду в загальному числі особин вибірок j і k (тобто ті ж показники d_i , але тільки в частках одиниці).

Якщо індекси Ренконена й Роджерса-Шенера дорівнюють нулю, угруповання, що порівнюються, абсолютно різні, якщо ж $I_D = 100$ і $C_{jk} = 1$, то вони ідентичні.

Оцінка вікового різноманіття особин у популяції

Рівень вікового різноманіття відображує реакцію популяції на тиск добору, різна спрямованість та інтенсивність якого багато в чому визначає вікову структуру. Високе різноманіття сприяє стабільності популяції, оскільки різні стадії життєвого циклу мають різну стійкість до дії екологічних факторів. У вкрай нестабільних, маргінальних умовах існування (а також при сильному антропогенному стресі) віковий розподіл може значно спрощуватися.

Характер вікового різноманіття популяції можна охарактеризувати математично за використання **показника вікової гетерогенності** (∇):

$$\nabla = (\sum P_i^2)^{-1},$$

де P_i – частка особин i -тої вікової групи.

Методи аналізу ростових процесів

Ріст організму можна визначити як незворотнє збільшення сухої маси протоплазми.

Ростові процеси організмів можна вивчати з декількох сторін:

хронологічний ріст – особливості росту лінійних розмірів організму (або його ваги) у часі;

відносний, або алометричний ріст – співвідношення росту окремих частин організму до цілого.

Біологічний зміст рівнянь, що використовуються для опису лінійного (або вагового) росту полягає в тому, що після певного моменту часу, значення параметра досягає максимально можливого (для даної популяції або даного виду), але ніколи його не перевищує. Для функціонального опису характеру росту краще використовувати асимптотичні рівняння (рівняння Берталанфі) або логістичне рівняння.

Рівняння Берталанфі (для лінійного росту) (рис. 33) має вигляд:

$$L_t = L_{\max} (1 - e^{a+b*t}),$$

де L_{\max} – теоретично максимальне можливе значення розмірів даного організму в даній популяції, L_t – розмір організму в момент часу t .

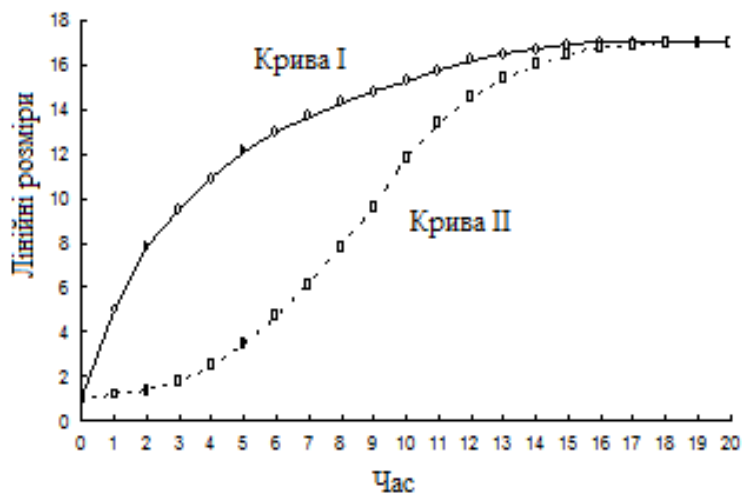


Рис. 33 Рівняння Берталанфі (для лінійного росту)

Значення L_{\max} може бути визначено **методом Форда-Волфорда**. Цей метод полягає в тому, що значення L_{\max} відповідає рішенням системи рівнянь:

$$L_{t+1} = a + b * L_t,$$

$$L_{t+1} = L_t.$$

Крім того, значення L_{\max} може бути визначене за формулою:

$L_{\max} = L'_{\max} / 0,95$, де L'_{\max} – максимально можливе з емпіричних значень даної ознаки в даній популяції.

Після перетворення рівняння Берталанфі може бути представлено в лінійній формі, для якої значення параметрів «а» і «b» знаходять методом найменших квадратів:

$$\ln [1 - (L_t / L_{\max})] = a + b \cdot t.$$

Логістичне рівняння має вигляд:

$$L_t = L_{\max} / (1 + e^{a+b \cdot t}),$$

Для рівняння Берталанфі, логістичне рівняння перетворюється до лінійного виду:

$$\ln [(L_{\max} / L_t) - 1] = a + b \cdot t.$$

Для опису вагового росту організмів використовують рівняння:

$$W_t = W_{\max} (1 - e^{a+b \cdot t})^3,$$

де параметри W_{\max} і W_t мають той же зміст, що й у рівняннях лінійного росту.

Після перетворення це рівняння може бути представлено в лінійній формі:

$$\ln [1 - (W_t / W_{\max})^{1/3}] = a + b \cdot t.$$

Методи оцінки ентомологічного біорізноманіття

Методика дослідження сучасного стану ентомологічного біорізноманіття

Дослідження стану ентомологічного біорізноманіття агроландшафтів зручно проводити за життєвими формами комах константних та домінантних видів. За фауністичних досліджень отримують репрезентативні вибірки з популяцій, порівнюють їх із реєстрами відомих видів і визначають реальний стан біорізноманіття агроландшафтів. Наступний етап – складання списків відомого в Україні видового біорізноманіття константних та домінантних видів основних екологічних угруповань комах за життєвими формами: геофіли (геобіонти, герпетобіонти) та фітофіли (хортобіонти, дендробіонти), що є основою для визначення реального стану ентомофауни агроландшафтів.

За результатами даних дистанційного зондування землі (ДЗЗ) аналізують структуру агроландшафтів України (за природними зонами: Степ, Лісостеп, Полісся). Для аналізу складових агроландшафту використовують фотографії Google Earth (рис. 34–37). Місцями обліків вибирають ділянки екосистем різної природи: біоценози, агроценози, дерева та чагарники, трав'яна рослинність в напівприродних екотонах, ґрунтове середовище.

Використовують аналітично-синтетичні, еколого-статистичні та експериментальні методи, апробовані та рекомендовані для польових та лабораторних досліджень в ентомології, захисті рослин та екології.

Збір ентомофауни проводять за загальноприйнятими методами один раз на 7–10 діб на стаціонарних ділянках. Таксономічну приналежність біологічних зборів визначають за допомогою ентомологічних визначників.

Показники ентомологічного біорізноманіття оцінюють за видовим багатством та індексом Шеннона-Уївера, які розраховують за М. Бігоном.

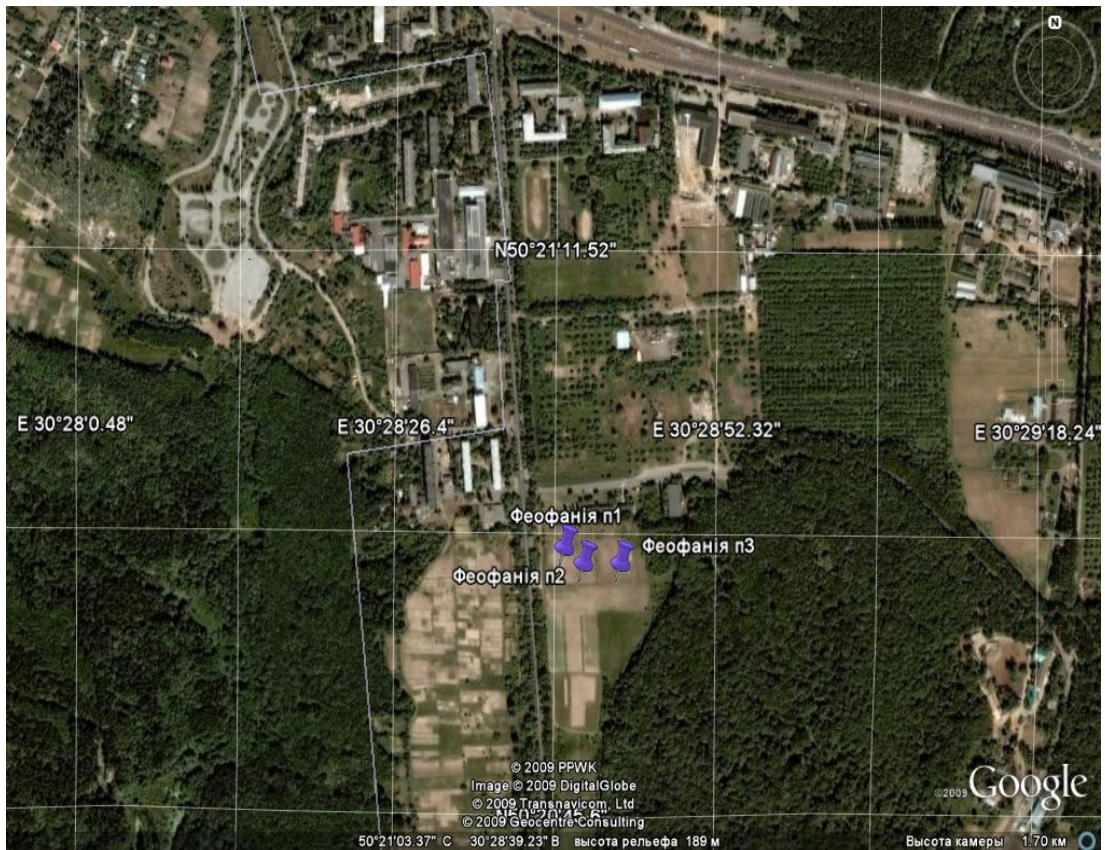


Рис. 34 Розміщення пасток Барбера в урочищі Феофанія (дані ДЗЗ Google Earth)

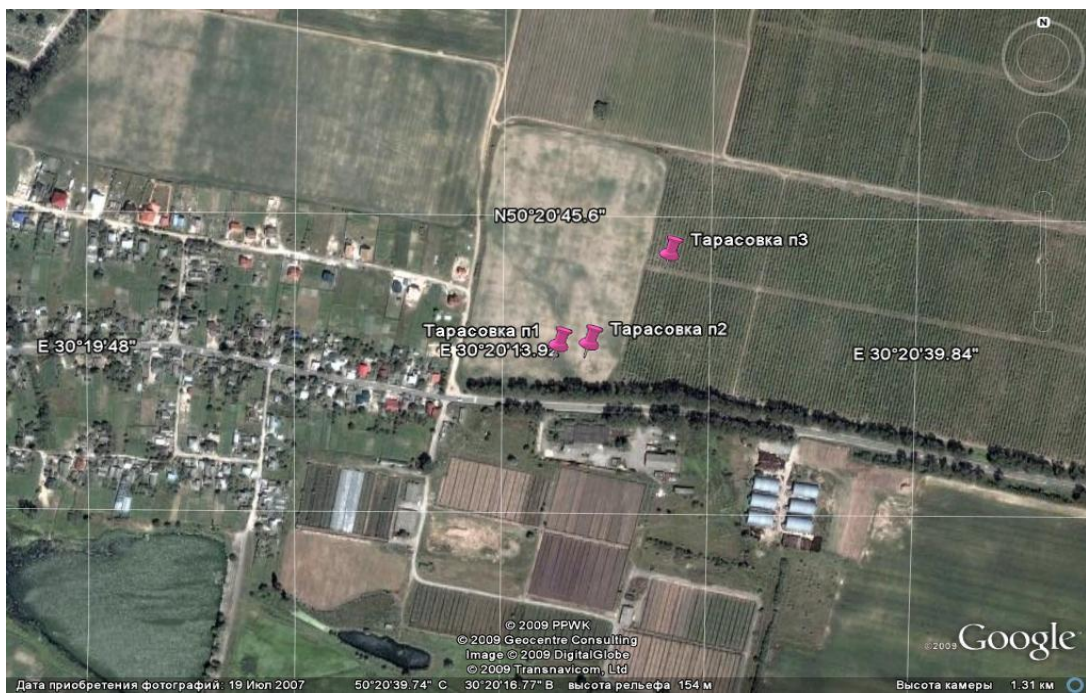


Рис. 35 Розміщення пасток Барбера в агроценозах с.Тарасівка (дані ДЗЗ Google Earth)



Рис. 36 Постійні місця дослідження ентомологічного біорізноманіття в агроценозах с.Данилівка (дані ДЗЗ Google Earth)



Рис. 37 Постійні місця дослідження ентомологічного біорізноманіття в агроценозах с.Муzyчи (дані ДЗЗ Google Earth)

Збори комах-хортобіонтів проводять косінням ентомологічним сачком впродовж сезону вегетації за стандартними методами на облікових ділянках, які розташовані за матричною схемою (4 × 10) на відстані 25 м одна від одної, та за допомогою вилову на жовті клейові пастки.

Методи обліку комах-герпетобіонтів

Пастки Барбера (банки об'ємом 0,3–0,5 л, скляні або пластмасові) закопують в ґрунт таким чином, щоб їх горло находилось на одному рівні з поверхнею ґрунту. Для фіксації відловлених комах використовують спирт, формалін тощо).

Ловильні канавки довжиною 3–4 м викопують на глибину 7–10 см від поверхні ґрунту. Стінки вертикальні, гладкі. Доцільно використовувати ловильні канавки разом з пастками Барбера, розташовуючи останні на кінцях або перехрестях двох канавок.

Пастками Барбера та ловильними канавками обліковують комах, які активно рухаються поверхнею ґрунту. Для повноти характеристики ентомофауни герпетобіонтів додатково проводять обстеження під камінням, грудками ґрунту, стовбурами дерев тощо.

Методи обліку комах-хортобіонтів

Облік ентомофауни трав'яного покриву будь-якого типу проводять косінням сачком, за допомогою ексгаустера, біоценометра, або спостерігають візуально.

Під час досліджень використовували метод косіння ентомологічним сачком. Для цього вибирають типову для даної місцевості ділянку, косіння спрямовують проти сонця. Сачок бруть в руки на відстані 1 м від кільця. Енергійними рухами проводять по поверхні рослин управо і вліво за амплітудою біля 180°. При кожному новому помаху роблять крок вперед. Таких

подвійних помахів роблять 25–50 (відповідно одинарних 50 і 100), після останнього помаху сачок переміщують ближче до себе, в повітрі швидко струшують зібраних комах на дно сачка і висипають в підготовлену банку (морилку) з ефіром або спиртом і закривають її. У лабораторії вміст морилки висипають на лист паперу, відбирають рослинні частини, ретельно переглядаючи їх. Комах попередньо розбирають за систематичними групами, підраховують, результати заносять в таблицю і викладають комах на матрацик з етикеткою.

Для збору дрібних комах використовують ексгаустер. Це пробірка або широкогорла банка з пробкою. У пробку вставляють 2 тонкі (0,5 см) скляні трубочки, на одну з них натягують гумову трубку. Отвір вільної трубки наближають до комахи і через гумову трубку натягують повітря. Таким чином комаха втягується і переноситься в пробірку (банку).

Методи обліку комах-філофагів

1. Огляд дерев: для обліку вибирають невеликі екземпляри дерев (чагарників). Виявлених комах підраховують, дані заносять в щоденник. Визначають відсоток дерев, заселених тим або іншим видом, середню кількість особин, які зустрічаються на дереві в доступній для огляду частині. Відзначають, на якій висоті проведено огляд.
2. Обтрушування дерев: обтрушування проводять рано вранці або в похмуру погоду, коли комахи малоактивні. Комах струшують на брезент, підкладений під дерево або чагарник.
3. Косіння сачком по гілках дерева або чагарниках: обтрушують комах в сачок.
4. Облік пошкодженого листя: виділяють декілька категорій пошкоджень: суцільне – комаха поїдає весь лист, залишається черешок; крайове – лист виїдається з краю; дірчасте – комахи виїдають на листі навскрізні дірки; вікончасте – на площині листа виїдаються більш менш дрібні ділянки, верхня або нижня шкірка залишається незайманою; скелетування – з'їдається

м'якоть і шкірка листа, залишаються незайманими жилки; мінування – членистоногі, такі, що проникли через епідерміс в одному місці, виїдають паренхіму, залишаються сліди у вигляді плям різного розміру і форми, звивистих ліній; плямисте – плями бурого, жовтого, білого, чорного кольору, що утворилися від смоктання листа; галли – пухлини різної величини, на вербах часто зібрані у вигляді квітки з листя; трубчасте – лист (листя), згорнутий в трубку різної конфігурації; павутинні гнізда – комахи при живленні скріплюють листя павутиною. Обліки листя проводять на 5–10 модельних гілках, гілки не зрізують.

5. Облік пошкодженості за ступенем об'їдання листя. Використовують метод для безпосереднього визначення площі вилучення листової поверхні (ваговий метод, метод палеток), так і визначення відносного ступеня вилучення. В цьому випадку встановлюють характер пошкодження таким чином: є сліди пошкодження, листки об'їдені на 5% – 1 бал; 2 бали – слабе пошкодження, листки об'їдені на 5–25%; 3 бали – середнє пошкодження – листки об'їдені на 25–50%, 4 бали – сильне пошкодження, листки об'їдені на 50–75%; 5 балів – повне пошкодження – листки об'їдені на 75–100%.

При характеристиці пошкодженості рослин попелицями враховують ступінь заселеності рослин цими комахами за 4-бальною шкалою: 0 – попелиці відсутні, 1 – окремі попелиці, 2 – одиничні екземпляри заселяють до 50% листя (гілок), 3 – колонії займають більше 50 % листя (гілок).

Облік ґрунтових комах (геобіонтів)

Проводиться різними способами в залежності від того, живуть вони в ґрунті, чи у ґрунтовій підстилці на поверхні ґрунту.

Визначення чисельності і стану комах у ґрунті проводять шляхом розкопок. Проби при розкопках відбирають трьома видами: дрібні, звичайні і глибокі. Дрібні проби (глибиною до 10 см) використовують для обліку порівняно обмеженої групи комах (коконів лучного метелика, горохової

плодожерки, молодих гусениць, совок, лялечок мінуючої молі і ін.). Звичайні проби (глибиною до 45 см, частіше 30–35 см) застосовували при обліку більшості комах, що живуть у ґрунті. Глибокі ґрунтові проби (до 65 см, іноді до 1 м) застосовують при обліку деяких пластинчастовусих жуків (особливо личинок хрущів), личинок сірого бурякового довгоносика, деяких трипсів і інших фітофагів, що живуть у глибоких шарах ґрунту.

Майданчики розташовують на ділянці рівномірно для того, щоб обстежувати краї і середину ділянки. Проби розміщують на обстежуваній ділянці по діагоналі чи рівномірно по всій площі (у шаховому порядку).

Розміри ґрунтових проб залежать від способу витягу комах. Так, при ручній вибірці комах із ґрунту найчастіше закладають квадратні проби розміром 0,25 м² (50x50 см). З кожної проби ґрунт видаляють пошарово: перший шар – глибиною 5 см, кожен наступний – 10 см. При використанні методу промивання всі шари потрібно брати по 5 см. Комах вибирають, підраховують і визначають окремо для кожного шару.

На вузьких довгих ділянках (окраїни доріг, зрошувальні канали) застосовують розміщення проб «змійкою». На однорідних ділянках невеликої площі ґрунтові проби розміщують по двох взаємно пересічних діагоналях.

Використовують також *метод ручної вибірки*. На поверхні ґрунту за допомогою розподілів, нанесених на лопату, відміряють площадку потрібного розміру, краї площадки обкопують. Ґрунт, що виймає з проби, викладають на підстилку (фанеру, брезент, плівку), і потім руками дістають з неї комах. З ґрунту вибирають усіх живих і мертвих комах і складають у баночку з міцним розчином повареної солі. Якщо розкопки пошарові, то для кожної ділянки використовують стільки баночок, скільки береться шарів.

Метод просівання придатний для сухого і слабо вологого ґрунту. При цьому методі використовують набір ґрунтових сит з отворами різних розмірів. Ґрунтові сита складають таким чином, щоб зверху знаходилося сито з отворами найбільшого діаметра, а нижче – сита з поступово зменшуваними діаметрами отворів. Ґрунт із проби невеликими порціями пропускають через набір цих сит.

Великі комахи залишаються на верхньому ситі, більш дрібні – на проміжному, а самі дрібні – на нижньому ситі.

Метод промивання – найбільш точний спосіб витягу комах із ґрунту. Цим методом вдається витягти з ґрунтової проби майже всі, навіть самі дрібні об'єкти. Три металевих тази заповнюють до половини водою, занурюють у перший таз ґрунтову пробу і ретельно розмішують паличкою. Потім занурюють у другий таз другу пробу і теж розмішують. У третій таз поміщають третю пробу і також перемішують. Значна частина комах у тазах спливає. Їх збирають з поверхні води в пробірку і знову перемішують пробу.

ГЛОСАРІЙ

А

Абіотичні фактори – компоненти та явища неживої природи, які прямо чи опосередковано впливають на живі організми.

Abiotics – the whole complex of physical and chemical characteristics of the inorganic environment that influences organism.

Автотрофи – організми, які здатні синтезувати органічні речовини, що необхідні для їхньої життєдіяльності з неорганічних речовин, використовуючи світлову або хімічну енергію.

Autotroph – an organism capable of synthesizing its own food from inorganic substances, using light or chemical energy.

Адаптація – властивість живих систем пристосовуватися до навколишнього середовища.

Adaptation – adjustment in natural or human systems to a new or changing environment.

Адвентивний вид – вид який потрапив за межі свого первинного ареалу або природним шляхом або ненавмисно занесений людиною, або який з'явився внаслідок інтродукції.

Alien species – a species, subspecies or lower taxon, introduced outside its natural past or present distribution; includes any part, gametes, seeds, eggs, or propagules of such species that might survive and subsequently reproduce.

Альтернативна енергетика – енергетика, що базується на використанні відновлювальних джерел енергії: сонячної, геотермальної, вітрової, гідравлічної, біогазу, енергії припливів тощо.

Alternative energy – energy produced from sources other than fossil fuels (solar, wind, hydroelectric, geothermal, and biomass).

Альтернативне землеробство – землеробство орієнтоване на якнайдовше збереження родючості ґрунту на основі впровадження екологічно чистих агротехнічних методів (без застосування легкокорозивних мінеральних добрив,

пестицидів), збагачення гумусом ґрунту шляхом внесення компостів, перегною, зеленого добрива.

Alternative agriculture – agriculture based on reduced use of chemical fertilizers and pesticides, increased use of crop rotation, and reduced tillage of the soil.

Аменсалізм – форма біотичних взаємовідносин між організмами, при якій один вид пригнічує життєдіяльність іншого, але при цьому не відчуває негативного або позитивного впливу у відповідь.

Amensalism – an interaction where an organism inflicts harm to another organism without any costs or benefits received by the other.

Анабіоз – стан живого організму, при якому так сповільнюються життєві процеси, що відсутні видимі ознаки життя.

Suspended animation – the slowing or stopping of life processes by exogenous or endogenous means without termination.

Антагонізм – боротьба за існування двох організмів, при якій один або обидва організми зазнають шкоди.

Antagonism – the result of the interaction between organisms in which one benefits at the expense of the other.

Антропогенні фактори – зміни, внесені у природу людською діяльністю, які впливають на органічний світ.

Anthropogenic – based on human activities; often used to refer to environmental changes caused by human activity.

Ареал виду – ділянка земної поверхні, на якій поширені особини певного виду, незалежно від ступеня постійності їх перебування; зона обмежена географічними точками більш-менш постійної реєстрації виду.

Species area of distribution -- the area contained within the shortest continuous imaginary boundary which can be drawn to encompass all the known, inferred or projected sites of occurrence, excluding cases of vagrancy and introductions outside its natural range. The area within the imaginary boundary should, however, exclude significant areas where the species does not occur, and so, in defining an area of

distribution, account should be taken of discontinuities or disjunctions in the spatial distribution of species.

Б

Бентос – сукупність організмів, що живуть на дні і в ґрунті водойм.

Benthos – organisms living at the bottom of an aquatic environment.

Біобезпека – сукупність керівних принципів, запобіжних заходів та процедур, які захищають людину і навколишнє середовище від впливу біологічно небезпечних агентів або матеріалів.

Biological Safety – the collection of handling and containment procedures, guidelines, and precautions that protect humans and the environment from exposure to biohazardous agents or materials.

Біогеоценоз – еволюційно спрямована, територіально однорідна природна система живих організмів та абіотичних компонентів, пов'язаних між собою обміном речовин, енергією та інформацією.

Biogeocoenosis – the homogeneous ground or water surface area with a definite composition of living (biocoenosis) and inert (lower layers of the atmosphere, soil, water, solar energy) components and the dynamic interaction between them (exchange of matter and energy).

Біодеградація – процес розкладання органічних речовин в результаті діяльності мікроорганізмів.

Biodégradation - the process of decomposing organic matter and substances as a result of the action of microorganisms.

Біоетика – це сукупність етичних норм і принципів, що інтегрує у єдине концептуальне ціле аспекти класичної етики та новітні тенденції, що ініційовані бурхливим розвитком науково-технічного прогресу та впливом негативних змін навколишнього становища на здоров'я людини.

Bioethics – a field of study concerned with the ethics and philosophical implications of certain biological and medical procedures, technologies, and treatments, as organ transplants, genetic engineering, and care of the terminally ill.

Біоіндикатор – організм, популяція або біотичне угруповання, наявність, кількість або зміна стану якого свідчать про характерні особливості зовнішнього середовища та його зміни.

Bioindicator - an organism, population or community used as an indicator of the quality of an ecosystem, especially in terms of pollution.

Біологічне забруднення – стійке збільшення чисельності популяцій окремих видів живих організмів, які наносять шкоду сільській, лісовій, рибній та іншим галузям, а також здоров'ю людини.

Pollution (biological) – constant increase in number of some animal or plant populations, as well as of pathogen microorganisms that damage the agriculture, forestry, fishery, etc., and human health.

Біологічне різноманіття – це різноманіття живих організмів з усіх джерел, включаючи, серед іншого, наземні, морські та інші водні екосистеми і екологічні комплекси, частиною яких вони є; це поняття включає в себе різноманіття у рамках виду, між видами і різноманіття екосистем.

Biological diversity – the variability among living organisms from all sources including, inter alia, terrestrial, marine and other aquatic ecosystems and the ecological complexes of which they are part; this includes diversity within species, between species and of ecosystems.

Біом – це сукупність біоценозів, видів рослин і тварин однієї природної зони, яка характеризується певним типом структури угруповання, що є відбитком комплексу адаптації виду до умов середовища.

Biome – a major portion of the living environment of a particular region (such as a fir forest or grassland), characterised by its distinctive vegetation and maintained largely by local climatic conditions.

Біоремедіація – комплекс методів очистки води, ґрунту, атмосфери з використанням метаболічного потенціалу біологічних об'єктів.

Bioremediation – the use of organisms such as plants or microorganisms to aid in removing hazardous substances from an area.

Біосенсори – окремі види організмів, комплекси організмів, а також виготовлені на основі організмів, їх мутантів або виділених з них ферментних систем або спеціальних біологічних речовин реагенти, чутливі до конкретних токсикантів або до комплексу токсикантів.

Biosensors – analytical devices comprising a biological recognition element (e.g. enzyme, receptor, DNA, antibody, or microorganism) in intimate contact with an electrochemical, optical, thermal, or acoustic signal transducer that together permit analyses of chemical properties or quantities.

Біосфера – оболонка земної кулі, в якій існує або існувало життя. Займає верхню частину літосфери, педосфери, гідросфери і нижню частину атмосфери, склад, структура та енергетика яких пов'язані з минулою чи сучасною життєдіяльністю живих організмів.

Biosphere – the natural system of the earth and the atmosphere that supports life.

Біота – історично сформований комплекс живих організмів (рослин, грибів, тварин, мікроорганізмів), які об'єднані загальною областю поширення та населяють певну територію, але не завжди екологічно взаємопов'язані.

Biota – all living organisms, that exist within a given area or period.

Біотичні фактори – сукупність факторів органічного світу, які визначають умови існування організмів у тій чи іншій місцевості.

Biotic factors – a living thing, as an animal or plant, that influences or affects an ecosystem.

Біотоп – частина земної поверхні з однотипними умовами середовища, яка населена угрупованнями живих організмів.

Biotope – a small geographical unit occupied by a community of plants and/or animals and characterized by a high degree of uniformity in its main climatic, soil and biotic conditions.

Біоценоз – сукупність живих організмів (рослин, тварин, грибів, мікроорганізмів) в межах однієї екосистеми або біогеоценозу. взаємопов'язаних біотичними зв'язками і певним, біоценотичним середовищем

Biocoenosis – a group of interacting organisms that live in a particular habitat and form a self-regulating ecological community.

Ботанічний сад – науково-дослідницький та культурно-просвітницький заклад, в якому проводиться накопичення колекцій флори з метою її вивчення, збереження, культивування та акліматизації; пошук і добір рослин, перспективних для створення зелених насаджень і здійснення інших видів господарської діяльності; робота щодо збереження генофонду рослинного світу.

Botanical garden – A place where plants are cultivated for scientific, educational, and ornamental purposes, often including a library, a herbarium, and greenhouses; an arboretum.

Буферна зона – місцевість з природним або частково зміненим станом ландшафту навколо найцінніших ділянок екомережі, яка захищає їх від дії зовнішніх негативних чинників природного або антропогенного походження.

Buffer zone – a designated land or water area along the edge of some land (often nature or other reserves) use, whose own use is regulated so as to absorb, or otherwise preclude unwanted development or other intrusions into areas beyond the buffer.

В

Вектор – молекула ДНК, що має здатність до автономної реплікації в клітині-реципієнті, і використовується в генній інженерії для перенесення генів та інших послідовностей від організму донору в організм-реципієнт, а також для клонування нуклеотидних послідовностей.

Vector – an organism or object used to transfer genetic material from a donor organism to a recipient organism.

Вірус – це біологічна неклітинна форма існування, яка характеризується облігатним, внутрішньоклітинним паразитизмом та антигенністю для всіх відомих тварин, рослин, бактерій, грибів, найпростіших та інших живих істот. При цьому вони мають власний, нерідко унікальний геном і спроможні до відтворення лише в живих клітинах-господарях.

Вид (біологічний) – сукупність організмів, які мають схожі морфо-фізіологічні ознаки, здатні до схрещування з відтворенням нащадків та відрізняються від інших груп особин повною репродуктивною ізоляцією та відсутністю гібридних форм.

Species (biological concept) – groups of actually or potentially interbreeding natural populations, which are reproductively isolated from other such groups.

Видове багатство – загальна кількість особин виду, що віднесена до певної території, популяції чи угруповання.

Abundance – the total number of individuals of a taxon or taxa in an area, population, or community.

Відновлювальні ресурси – природні ресурси, здатні до самовідновлення в процесі біосферного кругообігу речовин за час, сумірний з темпом їх використання.

Renewable resources – natural resources that, after exploitation, can return to their previous stock levels by natural processes of growth or replenishment.

Відтворення природного середовища – комплекс заходів, спрямованих на підтримання параметрів природних компонентів у межах сприятливих для здійснення ними своїх функцій. Основним принципом відтворення природного середовища є повернення геоекосистеми, що зазнала надмірного впливу і перебуває на межі деградації до здатності саморегулювання

Rehabilitation – the return of a degraded ecosystem to an undegraded condition but which may also be different from its original condition.

Г

Галофіти – рослини, що ростуть на засолених ґрунтах.

Halophyte – a plant that can grow in salty or alkaline soil

Геліотропізм – здатність рослин набувати певного положення під впливом сонячного світла.

Heliotropism – a form of tropism, is the diurnal motion or seasonal motion of plant parts (flowers or leaves) in response to the direction of the sun.

Ген – елементарна структура генетичної інформації; ділянка хромосоми (молекули ДНК), яка кодує структуру одного або декількох поліпептидних ланцюгів, або молекул РНК, чи певну регуляторну функцію.

Gene – the functional unit of heredity; the part of the DNA molecule that encodes a single enzyme or structural protein unit.

Генетичне різноманіття – різноманіття генів в межах виду, генетична мінливість між індивідами та популяціями одного й того ж виду.

Genetic diversity – the variation in the amount of genetic information within and among individuals of a population, a species, an assemblage, or a community.

Генетичний вантаж – постійна присутність в генофонді популяції шкідливих мутантних генів, які виникають під дією різних мутагенних факторів навколишнього середовища.

Genetic load – the aggregate of deleterious genes that are carried, mostly hidden, in the genomes of a population and may be transmitted to descendants.

Генетично модифікований організм – будь-який організм, який містить нову комбінацію генетичного матеріалу, отриману внаслідок використання методів біотехнології і яка не проявляється шляхом схрещування та/або природної рекомбінації.

Genetically modified organism – any organism, with the exception of human beings, in which the genetic material has been altered in a way that does not occur naturally by mating and/or natural recombination.

Генофонд – сукупність всіх генів популяції або вид в цілому.

Gene pool – total genetic material possessed by a given reproducing population or species.

Гетеротрофи – організми, що живляться тільки органічними речовинами, які синтезують інші види.

Heterotroph – an organism requiring organic compounds for its principal source of food.

Гігрофіти – організми, які пристосовані до проживання в середовищі з високою вологістю.

Hygrophyte – any plant that grows in wet or waterlogged soil.

Гідробіонти – організми, що живуть у водному середовищі.

Aquatic life – organisms that lives in aquatic habitat.

Гомеостаз – стан динамічної рівноваги природної системи, який підтримується регулярним відновленням основних її структур, речовинно-енергетичним складом і постійною функціональною саморегуляцією її компонентів.

Homeostasis – the tendency of an organism or a cell to regulate its internal conditions, usually by a system of feedback controls, so as to stabilize health and functioning, regardless of the outside changing conditions

Д

Деградація – занепад певної системи, перехід її з вищої стадії розвитку на нижчу, втрата раніше набутих властивостей, погіршення якості.

Degradation – the act or process of damaging or ruining something.

Дендропарк – територія на якій ростуть різноманітні, в тому числі дуже рідкісні, види дерев та чагарників, з метою вивчення та спостереження за ними.

Arboretum – a plot of land on which many different trees or shrubs are grown for study or display.

Депопуляція – зменшення кількості населення шляхом знищення або переселення.

Depopulation – removing or reducing the population by destruction or expulsion.

Деревостан – сукупність дерев, що є основним компонентом лісової екосистеми і утворює найвищий ярус лісостепу.

Growing stock – volume of all living trees in a given area of forest or wooded land.

Деструкція – порушення або руйнування нормальної структури речовини; розкладання органічної речовини на прості мінеральні сполуки.

Destruction – the act or process of damaging something so badly that it no longer exists or cannot be repaired; the act or process of destroying something.

Детрит – продукт механічного руйнування на дрібні частини відмерлих організмів рослин і тварин, завислий у воді або осілий на дно водоймищ.

Detritus – matter composed of leaves and other plant parts, animal remains, waste products, and other organic debris that falls onto the soil or into bodies of water from surrounding terrestrial communities.

Детритофаги – гетеротрофні організми водних і наземних екосистем, що живляться детритом і мікроорганізмами, які його розкладають.

Detritivore – an organism, that feeds on dead plant or animal matter.

Дивергенція – поділ одного угруповання на два, який зумовлений зовнішніми або внутрішніми змінами.

Divergence – a break up into two communities, that was caused internal or external changes.

Домінантний вид – вид, який переважає за чисельністю або біомасою у біотичному угрупованні (біоценозі).

Dominant species – the species that predominates in an ecological community, particularly when they are most numerous or form the bulk of the biomass.

Дрейф генів – зміна частоти проявлення гена в популяції під дією випадкових причин.

Genetic drift – chance changes in allele frequencies that result from small population size.

Е

Еврибіонти – організми, що можуть жити при значних змінах умов середовища. Здатні витримувати великі коливання температури, солоності, жити на різних глибинах.

Eurybiont – an organism that can live under different environmental conditions.

Евтрофікація – процес потрапляння в навколишнє середовище поживних речовин, які містять розчинні сполуки азоту та фосфору і сприяють у певних умовах швидкому нагромадженню органічної речовини.

Eutrophication – the process by which a body of water becomes enriched in dissolved nutrients (as phosphates) that stimulate the growth of aquatic plant life usually resulting in the depletion of dissolved oxygen

Едифікатори – види рослин, які переважають у фітоценозі та формують відповідне середовище.

Ecosystem engineer – an organism that modifies, creates or destroys habitat and directly or indirectly modulates the availability of resources to other species, causing physical state changes in biotic or abiotic materials.

Екологічна ніша – місце і структурно-функціональна роль популяції певного виду організмів в екосистемі.

Niche – the particular area within a habitat occupied by a plant or animal; the role or function of an organism or species in an ecosystem.

Екосистема – сукупність організмів, що спільно живуть, умов їхнього існування, що перебувають у закономірному взаємозв'язку один з одним і утворюючою системою взаємообумовлених біотичних і абіотичних явищ і процесів.

Ecosystem – a dynamic complex of plant, animal and microorganism communities and their non-living environment interacting as a functional unit.

Екотон – ділянка на перетині різних середовищ існування, зона переходу між середовищами існування різного типу.

Ecotone – the transition zone between two different plant communities.

Екотоп – сукупність природних факторів (кліматичних, ґрунтових), яка характеризує певну однорідну ділянку землі.

Ecotope – the smallest ecologically-distinct features in a landscape mapping and classification system.

Екотуризм – це напрямок туризму, заснований на максимізації використання природно-рекреаційних благ та ресурсів і спрямований на еколого-просвітницьку рекреаційну діяльність

Ecotourism – travel undertaken to witness sites or regions of unique natural or ecological quality, or the provision of services to facilitate such travel.

Ендеміки – види організмів, а також таксони вищих рангів, поширені лише на окремій території.

Endemic – those that are unique to a specific geographic region.

Еукаріоти – організми, клітини яких містять сформоване ядро та інші органели.

Eukaryote – Any of the single-celled or multicellular organisms whose cell contains a distinct, membrane-bound nucleus.

Є

Ємність середовища – розмір здатності природного чи природно-антропогенного впливу забезпечити нормальну життєдіяльність певної кількості організмів чи угруповань без видимого порушення самого середовища.

Carrying capacity – the maximum number of organisms of a given species that can be supported in a given habitat or geographic area.

Ємність екосистеми – здатність екосистеми акумулювати певну кількість перетвореної на ресурси енергії, необхідної для підтримання структурного різноманіття біотичного угруповання.

Ecosystem capacity – the overall ability of an ecosystem to maintain its natural, original, or current condition and to produce goods and services.

Ж

Жива речовина – сукупність живих організмів, які населяють Землю, що виражена через сумарну масу, хімічний склад та енергію.

Living matter – the aggregate of living bodies of biosphere organisms, which are expressed numerically by elementary chemical composition, mass, and energy.

Жива система – система здатна до розвитку, гомеостазу, саморегуляції, самовідтворення та взаємодії з навколишнім середовищем..

Living system – open self-organizing living thing that interact with their environment.

Життєва форма – морфологічно подібні групи різного систематичного положення, пристосовані до однакових умов середовища.

Life form – the characteristic overall form and structure of a mature organism on the basis of which it can be classified.

Життєвий цикл -- послідовність стадій розвитку, через які проходить більшість видів у процесі онтогенезу.

Life cycle – the phases, changes, or stages through which an organism passes throughout its lifetime.

З

Забруднення – наявність в навколишньому середовищі речовин або енергії, характер, місцезнаходження або кількість яких, впливає негативно на навколишнє середовище.

Pollution – the presence of matter or energy whose nature, location, or quantity produces undesirable environmental effects.

Заповідник – територія (акваторія), яка особливо охороняється і повністю виключена з будь-якої господарської діяльності з метою збереження еталонів природи.

Nature reserve – a protected area of importance for wildlife, flora, fauna or features of geological or other special interest, which is reserved and managed for conservation and to provide special opportunities for study or research.

Захист навколишнього середовища – заходи та міри контролю по попередженню нанесенню шкоди або руйнуванню навколишнього середовища, в тому числі постійна підтримка його живих ресурсів.

Environmental protection – measures and controls to prevent damage and degradation of the environment, including the sustainability of its living resources.

Збереження *Ex-situ* – збереження компонентів біологічного різноманіття поза природними місцями їх існування.

***Ex-situ* conservation** – keeping components of biological diversity alive outside of their original habitat or natural environment.

Збереження *In-situ* – збереження компонентів біологічного різноманіття в природних місцях існування.

***In-situ* conservation** – the conservation of ecosystems and natural habitats and the maintenance and recovery of viable populations of species in their natural surroundings and, in the case of domesticated or cultivated species, in the surroundings where they have developed their distinctive properties.

Зелені зони – системи зелених насаджень, що виконують санітарно-екологічні та рекреаційні функції.

Green zones – areas along river- and streambanks, wetlands, lakes, and ponds where there is high productivity and diversity.

Зоопарк – територія для утримання, збереження, розмноження зникаючих видів та публічного показу тварин.

Zoological Park (zoo) – a facility in which animals are confined within enclosures, displayed to the public, and in which they may also be bred.

I

Ієрархія природних систем – підпорядкування функціональних земних систем, в якому менші підсистеми складають більші системи, які в свою чергу є підсистемами ще більших систем.

Natural system hierarchy – hierarchy is an arrangement of systems in which the systems are represented as being «above», «below» or «at the same level as» one another.

Інвазійні види – чужорідні види із значною здатністю до експансії, які розповсюджуються природним шляхом або за допомогою людини та становлять значну загрозу для флори й фауни певних екосистем, конкуруючи з місцевими видами за екологічні ніші, а також спричиняють загибель цих видів.

Alien invasive species – an alien species whose introduction and/or spread threaten biological diversity.

Інвазія – включення в угруповання нових, не характерних для нього видів; вторгнення у будь-яку місцевість не характерних для неї видів живих організмів.

Invasion – the process by which species (or genetically distinct populations), with no historical record in an area, breach biogeographic barriers and extend their range.

Інтродукція – випадкове або цілеспрямоване перенесення особин будь-якого виду живого організму за межі його природного ареалу.

Introduction – a species living outside its native distributional range, which has arrived there by human activity, either deliberate or accidental.

К

Клімакс – кінцева стаціонарна стадія сукцесії угруповань як вищий ступінь розвитку рослинності, ґрунтів і екосистем, характер якої визначають кліматичні, геоморфологічні, ґрунтові, біотичні та антропогенні чинники.

Climax – the final stage of biotic succession attainable by a plant community in an area under the environmental conditions present at a particular time.

Клімаксне угруповання – порівняно стійке біотичне угруповання, яке здатне продовжувати своє існування лише при умові відсутності порушень.

Climax community – a stable mature community in a successive series which has reached equilibrium after having evolved through stages and adapted to its environment

Коеволюція – тип еволюції спільноти, тобто еволюційних взаємодій між організмами, при яких обмін генетичною інформацією між групами мінімальний або відсутній.

Coevolution – type of evolution where two or more species having a close ecological relationship evolve together such that one species adapt to the changes of the other, thereby affecting each other's evolution.

Коменсалізм – особлива форма взаємовідносин між двома видами організмів, при яких один з них (коменсал) користується окремими перевагами за рахунок іншого, не завдаючи йому прямої шкоди.

Commensalism – a type of relationship between two species in which one lives with, on, or in another without damage to either.

Конкуренція – антагонічні відносини між особинами одного або різних видів за життєво необхідні обмежені ресурси.

Competition – an interaction between organisms or species in which the fitness of one is lowered by the presence of another.

Консорція – структурна одиниця біоценозу, яка об'єднує автотрофні та гетеротрофні організми на основі просторових, харчових або таких зв'язків, що пов'язані з пересуванням.

Consortium – a group of interspecific semiosic links in biocoenosis.

Консументи – організми, які живляться органічними речовинами, синтезованими автотрофними організмами, безпосередньо або через інші організми у процесі живлення.

Consumer – a organism that generally obtains food by feeding on other organisms or organic matter due to lack of the ability to manufacture own food from inorganic sources; a heterotroph.

Кореляція – взаємозалежність предметів, понять, явищ; взаємозв'язок різних якостей в цілісному організмі.

Correlation – a relationship or connection between two things based on co-ccurrence or pattern of change.

Космополіти – види, роди та інші таксономічні категорії живих організмів, які поширені в усіх частинах земної кулі.

Cosmopolitan – species, family or other taxonomic groups which growing or occurring in many parts of the world; widely distributed.

Криптизм – здатність організмів набувати забарвлення, яке робить їх непомітними або малопомітними на тлі предметів навколишнього середовища і забезпечує захист від ворогів або маскування хижаків.

Crypsis – the ability of an organism to avoid observation or detection by other organisms.

Кріофіти – холодостійкі рослини, можуть нормально розвиватися при порівняно низьких температурах.

Cryophyte – a organism, that grows on snow or ice.

Ксенобіотики – будь-яка чужорідна для організму або угруповання організмів речовина, яка може спричинити порушення природних процесів у біосфері, у т.ч. захворювання і загибель живих організмів.

Xenobiotic – any biological substance, displaced from its normal habitat; a chemical foreign to a biological system.

Ксерофіти – рослини посушливих місць, що пристосовані до життя в умовах тривалої атмосферної і ґрунтової посухи.

Xerophyte – a plant adapted for growth under dry conditions.

Л

Ландшафт – загальний вид місцевості, однорідна за походженням, територіально цілісна ділянка земної поверхні, якісно відмінна від інших ділянок.

Landscape – an area of land that contains a mosaic of ecosystems, including human-dominated ecosystems.

Лімітуючий фактор – екологічний фактор, який найбільше відхиляється від оптимального значення і обмежує життєдіяльність організму, популяції або екосистеми.

Limiting factor – a condition or factor whose absence, short supply, or excessive concentration exerts some restraining or negative influence upon a population which is incompatible with a given species requirements or tolerance.

Літосфера – верхня тверда оболонка Землі, яка включає земну кору та верхню мантію Землі.

Lithosphere – the rigid outer layer of the earth, and comprising the earth's crust and the solid part of the mantle above the asthenosphere.

Літофіти – рослини, що ростуть безпосередньо на камінні та скелях.

Lithophyte – a plant that grows on rocky or stony ground.

М

Маскування – приспособленість живих організмів ставати непомітними на фоні навколишнього середовища для захисту від хижаків.

Camouflage – structural adaptation that enables species to blend with their surroundings; allows a species to avoid detection by predators.

Мезофіти – рослини, що ростуть в умовах середнього зволоження.

Mesophytes – land plants that are adapted to the moderate water and temperature conditions.

Метаболізм – сукупність біохімічних реакцій і перетворення енергії в клітинах живих організмів, що супроводжується обміном речовин між організмами та середовищем.

Metabolism – the sum of biological and chemical reactions occurring in an organism, when the process of substance conversions in the cells, from the point of start to the point when final products are formed, takes place.

Міграція – регулярні та нерегулярні переміщення тварин з одних місць існування на інші.

Migration – sustained directional movement by an animal that takes it out of one habitat and into another.

Мімікрія – подібність одних живих організмів або їхніх органів до інших або до предметів навколишнього середовища, що виникла в процесі еволюції як захисне пристосування організмів.

Mimicry – the resemblance of one organism to another or to an object in its surroundings for concealment and protection from predators.

Моніторинг – система регулярних тривалих спостережень у просторі і часі, що дає інформацію про стан біорізноманіття у всіх його проявах з метою оцінки минулого, сьогодення та прогнозу в майбутньому параметрів біорізноманіття, що підтримують природний гомеостаз екосистем, а також мають значення для життєдіяльності людини.

Monitoring – the continuous or frequent standardized measurement and observation of the environment (air, water, land/soil, biota), often used for warning and control.

Мутація – спонтанна індукована зміна генетичного матеріалу, що призводить до зміни тих або інших ознак і збереження їх в потомстві.

Mutation – the natural or artificial process of change in the genetic material that determines or alters the characteristics of a species.

Мутуалізм – форма симбіозу, за якої співіснуючі організми є корисними один для одного.

Mutualism – a symbiotic relationship between individuals of different species in which both individuals benefit from the association.

Н

Навколишнє середовище – сукупність абіотичних та біотичних факторів, що взаємодіють та впливають на живий організм.

Environment – the air, water, minerals, organisms, and all other external factors surrounding and affecting a given organism at any time.

Натуралізація – повне пристосування організмів до нових умов існування, остаточне входження інтродуцента в нішу екологічну раніше чужої для нього екосистеми, пов'язане з набуттям цими організмами спеціальної адаптації.

Naturalisation – any process by which a non-native organism spreads into the wild and its reproduction is sufficient to maintain its population.

Національний парк – територія природно-заповідного фонду значної площі, виділена з метою збереження, відтворення і рекреаційного використання природних комплексів та об'єктів, які мають особливу природоохоронну, історико-культурну, наукову, освітню та естетичну цінність, є природоохоронною, рекреаційною, культурно-освітньою, науковою установою загальнодержавного значення.

National park – relatively large land or water areas which contain representative samples and sites of major natural regions, features, scenery, and/or plant and animal species of national or international significance and are of special scientific, educational, and recreational interest.

Невідновлювальні природні ресурси – природні ресурси, які не здатні до самовідтворення. Неживі ресурси, запаси яких обмежені і які не можна поповнити.

Non-renewable natural resources – resources not capable of perpetuating themselves e.g., coal, oil, and other minerals. A nonliving resource of finite supply which cannot be replaced.

Нейстон – життєва форма гідробіонтів, які населяють поверхню прісних вод або верхній шар морської води.

Neuston – organisms, similar to plankton, that float on the surface film of open water.

Нейтралізм – форма біотичних відносин, при яких види незалежні один від одного і жодним чином не впливають один на одного.

Neutralism – the relationship between two species that interact but do not affect each other.

Некрофаги – організми, які живляться відмерлими рештками тварин або рослин в природньому місці існування.

Scavenger – organism that feeds on dead animal and plant material present in its habitat.

Нектон – сукупність водяних тварин, пристосованих до активного плавання у відкритих частинах водних об'єктів.

Nekton – the aggregate of actively swimming aquatic organisms in a body of water, able to move independently of water currents.

Неофіти – види рослин, що з'явилися відносно недавно у флорі даної місцевості.

Neophyte – a plant species which is non-native to a geographical region, and was introduced in recent history.

Ноосфера – сфера взаємодії навколишнього середовища і суспільства, в межах якої розумна людська діяльність стає визначальним фактором розвитку.

Noosphere – sphere of interrelations between society and nature within the limits of which the wise human activities become the main factor of development.

О

Облігатний організм – організм, який обмежується яким-небудь одним характерним для нього способом існування

Obligate organism – organism which capable of functioning or surviving only in a particular condition or by assuming a particular behavior.

Олігосапроби – рослинні й тваринні організми, характерні для чистих або слабо забруднених органічними речовинами вод.

Oligosaprobe – an organism that inhabits clean water or water that is only slightly polluted by organic matter.

Оліготрофи – організми, які мало вибагливі до вмісту поживних речовин.

Oligotroph – an organism that can live in an environment that offers very low levels of nutrients.

Олігофаги – живі організми, що вживають лише обмежений склад їжі.

Oligophage – organism which eating of only a few specific foods.

Онтогенез – сукупність послідовних морфологічних, фізіологічних і біохімічних перетворень, які проходять в організмі з моменту його зародження і до смерті.

Ontogeny – the origination and development of an organism, usually from the time of fertilization of the egg to the organism's mature form.

Опустелювання – поступове руйнування або зниження здатності засушливих земель утримувати рослинні та тваринні організми, як наслідок незахищеності, а також в результаті антропогенного впливу.

Desertification – the gradual destruction or reduction of the capacity of Drylands (low rainfall with high evaporation) for plant and animal production due to the inherent vulnerability of the land and the pressure of human activities.

Охорона навколишнього середовища – будь-яка діяльність для підтримання або відновлення якості навколишнього середовища шляхом запобігання викидів забруднюючих речовин або скорочення кількості забруднюючих речовин в об'єктах довкілля.

Environmental protection – any activity to maintain or restore the quality of environmental media through preventing the emission of pollutants or reducing the presence of polluting substances in environmental media.

П

Панміксія – вільне схрещування різностатевих особин в популяції.

Panmixia – random mating of individuals within a population, the breeding individuals showing no tendency to choose partners with particular traits.

Парадигма – набір припущень, концепцій, цінностей, які прийняті в якості зразка.

Paradigm – a set of assumptions, concepts, values, and practices that constitutes a way of viewing reality for the community that shares them.

Паразитизм – форма взаємодії організмів різних видів, серед яких один (паразит) живе за рахунок іншого (господаря), при цьому взаємовідносини паразита з середовищем здійснюється переважно через організм господаря.

Parasitism – a relation between organisms in which one lives as a parasite on another.

Параклімакс – біотична спільнота, яка виникла внаслідок зовнішнього впливу на клімакс і його руйнування з утворенням іншої сталої спільноти.

Paraclimax – biotic community that occurred as a result of external influences on climax with next degradation and to form a sustainable community.

Патоген – біологічний агент, який здатний викликати захворювання.

Pathogen – a biological agent that causes disease.

Перифітон – група гідробіоніків, що ведуть прикріплений спосіб життя на межі фаз вода–твердий субстрат.

Periphyton – organisms that live attached to underwater surfaces.

Петрофіти – рослини, що ростуть на скелях і кам'янистих осипах.

Petrophyt – a plant that grows on rocky or stony ground.

Піонери – види організмів, які першими заселяють, вільні від біоценозів, ділянки природного або антропогенного походження.

Pioneer – an organism that successfully establishes itself in a barren area, thus starting an ecological cycle of life.

Планктон – сукупність організмів гідробіонтів, які пасивно плавають у товщі води, не маючи змоги рухатися самостійно.

Plankton – the small or microscopic organisms that drift or swim weakly in a body of water.

Поживні речовини – хімічні елементи та сполуки, які є необхідними складовими живлення організмів, і які не продукуються власне організмом.

Nutrients – any nourishing substance assimilated by an organism, and required for growth, repair, and normal metabolism.

Поліморфізм – співіснування в межах популяції двох або декількох різних спадкових форм, що знаходяться в динамічній рівновазі протягом декількох і навіть багатьох поколінь.

Polymorphism – a discontinuous genetic variation resulting in the occurrence of several different forms or types of individuals among the members of a single species.

Поліфаги – організми, що живляться різноманітними кормами, але не являються всеїдними.

Polyphage – an organism which can eat a variety of food, but not omnivore.

Полютант – будь-яка хімічна речовина або сполука, яка міститься в об'єкті навколишнього середовища в кількостях, які перевищують фонові значення та викликають тим самим хімічне забруднення.

Pollutant – any substance, as certain chemicals or waste products, that renders the air, soil, water, or other natural resource harmful or unsuitable for a specific purpose.

Популяція – сукупність особин одного виду, які населяють певну територію та у більшому або меншому ступені ізольована від інших таких же сукупностей.

Population – a group of individuals of the same species, occupying a defined area, and usually isolated to some degree from other similar groups.

Природний парк – ділянка території або акваторії з відносно м'яким режимом охорони, що використовується виключно для організованого відпочинку населення.

Nature park – a landscape protected by means of long-term planning, use and agriculture.

Природоохоронна територія – географічно виділена територія, яка регулюється і використовується для досягнення конкретних природоохоронних цілей.

Protected area – a geographically defined area which is designated or regulated and managed to achieve specific conservation objectives.

Продуценти – автотрофи, які за допомогою фотосинтезу і хемосинтезу синтезують потенційну енергію у вигляді органічних речовин з простих неорганічних складових.

Primary producer – any green plant or any of various microorganisms that can convert light energy or chemical energy into organic matter.

Псамофіти – рослини, які пристосовані до життя в піщаних умовах.

Psammophyte – any plant which thrives in sandy conditions.

Р

Реадаптація – повторна адаптація організму до умов звичного середовища після довгострокового перебування поза його межами.

Readaptation – the ability of a species to survive in a particular ecological niche, especially because of alterations of form or behavior brought about through natural selection.

Регенерація – відновлення організмом втрачених або ушкоджених органів і тканин, а також відновлення цілого організму з його частин.

Regeneration – the natural renewal of a structure, as of a lost tissue or part.

Редуценти – організми, які, розкладаючи мертву органічну речовину, переводять її в більш прості неорганічні сполуки та повертають в кругообіг.

Saprobionts - organisms feed off dead and or decaying matter and then absorb the products.

Рекультивация – штучне поновлення родючості ґрунту і рослинності після техногенного порушення природи.

Recultivation - the act of cultivating anew, or the state of being cultivated anew.

Релікт – таксономічна група організмів, які збереглися з минулого часу, минулих геологічних чи історичних епох.

Relict - a population or taxon of organisms that was more widespread or more diverse in the past.

Реотаксис – властивість живих організмів рухатися проти течії.

Rheotaxis - a form of taxis turn to face into an oncoming current.

Репеленти – речовини природного або штучного походження, які відлякують комах, кліщів, гризунів та інших тварин.

Repellent - a substance of natural or artificial origin which deters or repels insects, mites, rodents and animals.

Репродукція – відтворення особин у процесі розмноження.

Reproduction - the natural process among organisms by which new individuals are generated and the species perpetuated.

Ресурси - будь-які джерела та передумови для одержання матеріальних і духовних благ, які можна реалізувати за наявних технологій і соціально-економічних умов.

Resource - any physical or virtual entity of limited availability that provides a benefit.

Рудеральні рослини – види рослин, які ростуть поблизу будівель, на узбіччі доріг, звалищах, тощо.

Ruderal plants - a species, especially a plant, that colonizes or thrives in disturbed areas.

С

Сапрофіти – рослини або мікроорганізми, що живляться органічними речовинами відмерлих організмів.

Saprophyte - any organism that lives on dead organic matter.

Сенсибілізація – підвищена чутливість організму до тих чи інших подразників різного походження.

Sensitization – an organism with acquisition of a specific increased sensitivity to heterologous substances, or allergens.

Середовище існування – сукупність абіотичних і біотичних факторів довкілля які забезпечують весь цикл розвитку особин, популяцій чи виду в цілому.

Habitat - the place or type of site where an organism or population naturally occurs.

Симбіоз – тип взаємовідносин організмів, який характеризується взаємовигідним співіснуванням двох або більшої кількості видів.

Symbiosis - a close, prolonged association between two or more different organisms of different species that may, but does not necessarily, benefit each member.

Синергізм – взаємодія факторів, при якій ефект стає більше від суми ефекту дії окремих факторів.

Synergism – interaction of discrete agencies, agents, or conditions such that the total effect is greater than the sum of the individual effects.

Синузія – сукупність популяцій, що перебувають у біоценозі та належать до видів однієї екобіоморфи (життєвої форми).

Synusia – a structural unit of a major ecological community characterized by relative uniformity of life-form or of height and usually constituting a particular stratum of that community.

Скототаксис – властивість організма рухатися вздовж градієнта світла; орієнтація організма в темряві.

Skototaxis – the orientation of an organism towards darkness.

Спадковість - властивість передавати потомству генетичні характерні риси.

Heredity – the transmission of genetic characters from parents to offspring.

Стагнація – природне явище дефіциту кисню у водоймищі, що призводить до замору – масової загибелі водних організмів.

Stagnation – a lack of motion in a mass of water that tends to hold pollutants in place

Сталий розвиток – це такий розвиток суспільства, який задовольняє потреби сучасності, не ставлячи під загрозу здатність наступних поколінь задовольняти свої власні потреби.

Sustainable development – development that meets the needs of the present without compromising the ability of future generations to meet their own needs.

Стенобіонти – організми, які можуть жити лише в певних умовах середовища.

Stenobiont – an organism that can live only under relatively constant environmental conditions.

Сукцесія – послідовна заміна біоценозів, що спадково виникає на території внаслідок впливу природних чи антропогенних факторів.

Succession – unidirectional change in the composition of an ecosystem as the available competing organisms and especially the plants respond to and modify the environment.

Т

Таксон – це група біологічних об'єктів, які пов'язані між собою тим чи іншим ступенем спорідненості і об'єднані на основі прийнятих методів класифікації.

Taxon – a unit of any rank (i.e. kingdom, phylum, class, order, family, genus, species) designating an organism or a group of organisms. Plural: taxa. Also known as taxonomic unit.

Телотаксис – властивість організма рухатися до джерела стимуляції.

Telotaxis – orientation or movement, by an organism with sensory receptors, toward or away from a particular source of stimulation.

Термотаксис – властивість організма рухатися вздовж градієнта температури.

Thermotaxis – a behavior in which an organism directs its locomotion up or down a gradient of temperature.

Термофіли – організми, які живуть при високих температурах середовища.

Thermophile – an organism that thrives at relatively high temperatures.

Толерантність – здатність організму витримувати відхилення факторів середовища від спонтанного для нього значення.

Tolerance – the relative capacity of an organism to endure an unfavorable environmental factor or change.

Трансгенні організми – рослини, тварини, мікроорганізми і віруси зі зміненою спадковістю, викликаною включенням в їх геном чужорідних генів за допомогою генно-інженерних методів.

Transgenic organism – an organism whose genetic characteristics have been altered by the insertion of a modified gene or a gene from another organism using the techniques of genetic engineering.

Трофічні зв'язки – харчові взаємовідносини організмів, які регулюють всю енергетику біотичних угруповань і всієї екосистеми в цілому.

Trophic relations – involving the feeding habits or relationships of different organisms in a food chain or food web.

Трофічний ланцюг – набір взаємовідносин між різними групами організмів, які визначають послідовність перетворення біомаси й енергії в екосистемі.

Trophic chain – a linear system of links in a food web starting from «producer» species and ending at apex predator species, detritivores, or decomposer species.

Трофічний рівень – сукупність популяцій різних видів живих організмів, об'єднаних за характером живлення.

Trophic level – organisms are the position it occupies in a food chain.

У

Угруповання – сукупність організмів різних видів, об'єднаних певними взаємовідносинами, територією проживання і впливом комплексу зовнішніх умов існування, система певного рівня організації живої речовини.

Community (biological) – an assemblage of organisms characterised by a distinctive combination of species occupying a common environment and interfacing with one another.

Урбанізація – історичний процес підвищення ролі міст у розвитку суспільства, утвердження й поширення міського способу життя як феномена культури й сучасної цивілізації.

Urbanization – the process by which towns and cities are formed and become larger as more and more people begin living and working in central areas.

Ф

Фауна – сукупність всіх видів тварин, які заселяють певну територію.

Fauna – all the animals that live in a particular area, time period, or environment.

Фенотип – сукупність зовнішніх ознак будови і життєдіяльності організму, які обумовлені взаємодією його генотипу з умовами середовища.

Phenotype – a visible, or otherwise measurable, physical or biochemical characteristic of an organism, resulting from the interaction between the genotype and the environment.

Феромони – біологічно активні речовини, що виділяються тваринами в навколишнє середовище і специфічно впливають на поведінку і фізіологічний стан інших особин того самого виду.

Pheromone – any chemical substance released by an animal that serves to influence the physiology or behavior of other members of the same species.

Філогенез – історичний розвиток окремих видів, родів, родин та інших систематичних груп живих організмів і всього органічного світу.

Phylogenesis – the sequence of events involved in the evolutionary development of a species or taxonomic group of organisms.

Фітонциди – біологічно активні речовини, що утворюються багатьма рослинами і мають здатність вбивати бактерії, мікроскопічні гриби, найпростіших чи пригнічувати їхній ріст і розвиток.

Phytoncide – a biologically active substance of plant origin that kills or inhibits the growth and development of bacteria, microscopic fungi, and protozoa.

Фітофаги – гетеротрофні тварини, що живляться рослинами.

Herbivore – an animal that feeds chiefly on plants.

Фітоценоз – сукупність популяцій видів рослин, які внаслідок взаємодії між собою формують однорідний цілісний покрив, що відрізняється від сусідніх за ознаками рослинності.

Phytocoenosis – any group of plants belonging to a number of different species that co-occur in the same habitat or area and interact through trophic and spatial relationships; typically characterized by reference to one or more dominant species.

Флора – історично утворена сукупність видів рослин на певній території.

Flora – the plants of a particular region or period, listed by species and considered as a whole.

Фотосинтез – процес, при якому світлова енергія поглинається і використовується для синтезу відновлених вуглецевмісних сполук з двоокису вуглецю і води.

Photosynthesis – the process in green plants and certain other organisms by which carbohydrates are synthesized from carbon dioxide and a source of hydrogen (usually water), using light as an energy source.

Фототаксис – властивість клітин або мікроорганізмів орієнтуватися і рухатися у напрямку до або від джерела світла.

Phototaxis – a locomotory movement, that occurs when a whole organism moves towards or away from stimulus of light.

Фрагментація середовищ існування – процес подрібнення середовищ існування видів на велику кількість малих фрагментів.

Habitat fragmentation – the “breaking apart” of continuous habitat into distinct pieces.

Х

Хемосинтез – процес синтезу органічних речовин з вуглекислого газу за рахунок енергії окислення аміаку, сірководню і інших речовин, який здійснюється мікроорганізмами в процесі їх життєдіяльності.

Chemosynthesis – the biological conversion of one or more carbon molecules and nutrients into organic matter using the oxidation of inorganic molecules or methane as a source of energy.

Хемотаксис – властивість організму рухатися до певних хімічних речовин.

Chemotaxis – the movement of an organism in response to a chemical stimulus.

Хижацтво – форма взаємовідносин між організмами різних видів, з яких один (хижак) поїдає іншого (жертву).

Predation – a form of symbiotic relationship between two organisms of unlike species in which one of them acts as predator that captures and feeds on the other organism that serves as the prey.

Ч

Червона книга – анотований перелік рідкісних і зникаючих видів рослин, тварин, грибів із вказівками їх сучасного та минулого поширення, чисельності та причин скорочення, вже прийнятих та необхідних заходів охорони.

Red data book – a book listing threatened and endangered species and subspecies of animals and plants, including information on their status and measures for protection.

Щ

Щільність популяції – кількість особин на одиницю площі або одиницю об'єму.

Population density – a measurement of population per unit area or unit volume.

Я

Ярусність – розподіл рослинної спільноти на яруси та інші структурні і (або) функціональні горизонтальні підрозділи.

Layering – the multiple vertical layers of a terrestrial biome. Usually includes the upper canopy, low tree layer, shrub understory, the ground layer, forest floor layer (litter layer), and a root layer.

ОСНОВНІ НОРМАТИВНІ ДОКУМЕНТИ

Міжнародні угоди

Конвенція про охорону біологічного різноманіття – Ріо-де-Жанейро, 1992 р.

Віденська конвенція про охорону озонового шару – Відень, 1985 р.

Всеєвропейська стратегія збереження біологічного та ландшафтного різноманіття – Софія, 1995 р.

Гетеборгський протокол 1999 року про боротьбу з підкисленням, евтрофікацією і приземним озоном до Конвенції про транскордонне забруднення повітря на великі відстані, від 1979 р.

Європейська ландшафтна Конвенція – Флоренція, 2000 р.

Картахенський протокол про біобезпеку до Конвенції про біологічне різноманіття – Монреаль, 2000 р.

Кіотський протокол до Рамкової конвенції ООН про зміну клімату – Кіото, 1997 р.

Конвенція ООН про боротьбу з опустелюванням у тих країнах, що потерпають від серйозної засухи та/або опустелювання, особливо в Африці, 1994 р.

Конвенція про захист Чорного моря від забруднення, 1992 р.

Конвенція про збереження мігруючих видів диких тварин – Бонн, 1979 р.

Конвенція про міжнародну торгівлю видами дикої фауни і флори, що перебувають під загрозою зникнення (CITES), 1963 р.

Конвенція про охорону всесвітньої культурної та природної спадщини – Париж, 1972 р.

Конвенція про охорону дикої флори і фауни та природних середовищ існування в Європі (Бернська конвенція) – Берн, 1979 р.

Конвенція про охорону ріки Дунай – Софія, 1994 р.

Меморандум про взаєморозуміння щодо збереження мігруючих хижих птахів Африки та Євразії (потребує розгляду питання щодо здійснення на

національному рівні відповідних процедур для підписання Меморандуму від імені України).

Меморандум про взаєморозуміння щодо заходів збереження прудкої очеретянки (*Acrocephalus paludicola*).

Меморандум про взаєморозуміння щодо збереження та менеджменту середньоевропейської популяції дрохви (*Otis tarda*).

Меморандум про взаєморозуміння щодо заходів збереження тонкодзьобого кроншнепа (*Numenius tenuirostris*).

Нагойський протокол про доступ до генетичних ресурсів та розподіл на справедливій і рівній основі вигод від їх використання до Конвенції про біологічне різноманіття, 2010 р.

Програма робіт по природно-заповідним територіям Конвенції про біологічне різноманіття.

Протокол про збереження і стале і ландшафтного використання біологічного різноманіття до Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат.

Рамкова конвенція ООН про зміну клімату – Ріо-де-Жанейро, 1992 р.

Рамкова конвенція про охорону та сталий розвиток Карпат – Київ, 2003 р.

Рамсарська Конвенція про захист та збереження водно-болотних угідь – Реджайна, 1987 р.

Угода про збереження афро-євразійських мігруючих водно-болотних птахів.

Угода про збереження кажанів в Європі.

Угода про збереження китоподібних Чорного моря, Середземного моря та прилеглої акваторії Атлантичного океану.

Закони України

Закон України «Про охорону навколишнього середовища» від 25 червня 1991 року.

Закон України «Про природно-заповідний фонд» від 16 червня 1992 року.

Закон України «Про охорону атмосферного повітря» від 16 жовтня 1992 року.

Закон України «Про пестициди та агрохімікати» від 2 березня 1995 року.

Закон України «Про рослинний світ» від 9 квітня 1999 року.

Закон України «Про мораторій на проведення суцільних рубок на гірських схилах в ялицево-букових лісах Карпатського регіону» від 10 лютого 2000 року.

Закон України «Про мисливське господарство та полювання» від 22 лютого 2000 року.

Закон України «Про приєднання України до Картахенського протоколу про біобезпеку до Конвенції про біологічне різноманіття» від 12 вересня 2000 року.

Закон України «Про тваринний світ» від 13 грудня 2001 року.

Закон України «Про Червону книгу України» від 7 лютого 2002 року.

Закон України «Про охорону земель» від 19 червня 2003 року.

Закон України «Про екологічну мережу України» від 24 червня 2004 року.

Закон України «Про екологічний аудит» від 24 червня 2004 року.

Закон України «Про Основні засади (стратегію) державної екологічної політики України на період до 2020 року» від 21 грудня 2010 року.

Закон України «Про рибне господарство, промислове рибальство та охорону водних біоресурсів» від 8 липня 2011 року.

Розпорядження Кабінету Міністрів України «Про підписання Протоколу про збереження і сталі використання біологічного та ландшафтного різноманіття до Рамкової конвенції про охорону та сталий розвиток Карпат» від 11 червня 2008 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Абрамов А. Тайни природи: загадочные животные. – М.: Белый город, 2000. – 47 с.
2. Баккал С. Н. и др. Редкие животные нашей страны. Л.: Наука, 1989.
3. Биология. Большой энциклопедический словарь. М., Большая Российская энциклопедия, 1998.
4. Бродский А. К. Биоразнообразие: учебник для студ. учреждений. Высш. Проф. Образования / А. К. Бродский. – М.: Изд. Дом «Академия», 2012. – 208 с.
5. Бродский. А. К. Введение в проблему биоразнообразия: иллюстрированный справочник. – Изд-во СПбГУ, 2002. – 138 с.
6. Брилов С. А. и др. Охрана окружающей среды. М., 1985.
7. Васильев П. Г. и др. Заповедники СССР. М., Просвещение, 1983.
8. Велирак Флоранс. Атлас природы: пер. с фр. – Смоленск: Русич, 1998 – 94 с.
9. Верзилин Н. Н., Белоусова Л.С. и др. Редкие растения СССР. М., Лесная промышленность, 1979.
10. Воронов А. Г. Биогеография с основами экологии. М., МГУ, 1987.
11. Wings E. On Invertebrate Conservation / E. Wings // The Xerces Society, Winter News Briefs. – 1992. – 20 p.
12. Stork N. E. Measuring Global Biodiversity and Its Decline / N. E. Stork // In Biodiversity II. – National Academy of Sciences, 1997. – 630 p.
13. Poole R. W. Nomina Insecta Nearctica: A Checklist of the Insects of North America // Entomological Information Services. Conservation and Biodiversity of Australian Insects. – 1997. – Режим доступа: <http://www.amonline.net.au/insects/-research/conservation.htm>. – Назва з екрану.
14. Tangley L. How Many Species Are There? / L. Tangley: In U.S. News & World Report, 1997. – 79 p.

15. Morell V. The Variety of Life / V. Morell // National Geographic, 1999. – Vol. 195. – № 2. – 16 p.
16. De Leo G. A. The multifaceted aspects of ecosystem integrity / G. A. De Leo, S. Levin // Conservation Ecology. – 1997. – № 1. – P. 27–31.
17. Мовчан Я. І. Національна екомережа України: концепції та сценарії втілення / Я. І. Мовчан [Електронний ресурс] // НАУКОВІ ЗАПИСКИ. – Том 19. Спеціальний випуск. – Національна бібліотека України ім. В.І. Вернадського. – Наукова періодика України (журнали та збірники наукових праць). – Режим доступу до журналу: http://www.nbu.gov.ua/portal/soc_gum/naukma/Spec/2001_19-2/31_movchan_yai.pdf – Назва з екрану.
18. Емельянов И. Г. Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем / И. Г. Емельянов. – Киев, 1999. – 168 с.
19. Созінов О. О. Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади / О. О. Созінов. – Кн. 1. – К.: ЗАО «Нічлава», 2005. – 384 с.
20. Ешмен С. Що таке агробіорізноманіття? У кн.: Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади / С. Ешмен, В. Придатко. – Київ: ЗАО «Нічлава», 2005. – Кн. 1. – 384 с.
21. Стовбчатий В. М. Видове різноманіття комах (Insecta) в агроценозах України (експертна оцінка): Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади / В. М. Стовбчатий. – Київ: ЗАО «Нічлава», 2005. – Кн. 2. – 592 с.
22. Реймерс Н. Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н. Ф. Реймерс. – Москва : «Мысль», 1990. – 640 с.
23. Гродзинський М. Д. Основи ландшафтної екології / М. Д. Гродзинський. – Київ : «Либідь», 1993. – 224 с.
24. Андреев А. В. Оценка биоразнообразия, мониторинг и экосети / А. В. Андреев [под ред. П. Н. Горбуненко]. – Ч. : ВІОТІСА, 2002. – 168 р.

25. Залепухин В. В. Теоретические аспекты биоразнообразия / В. В. Залепухин. – Волгоград, 2003. – 350 с.
26. Лісовий М. М. Екологічна функція ентомологічного біорізноманіття. Фауна комах-фітофагів деревних і чагарникових насаджень Лісостепу України: монографія / М. М. Лісовий, В. М. Чайка. – Кам'янець-Подільський: Аксіома, 2008. – 384 с.
27. Про Концепцію збереження біологічного різноманіття України [Електронний ресурс] / Апарат Верховної Ради України, Кабінет Міністрів України Постанова від 12 травня 1997 р. № 439 Київ, Документ [439-97-п](#), ред. від [12.05.1997](#). – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua>. – Назва з екрану.
28. Дедю И. И. Экологический энциклопедический словарь / И. И. Дедю. – 1990. – 406 с.
29. Лебедева Н. В. Биоразнообразие и методы его оценки / Н. В. Лебедева, Н. Н. Дроздов, Д. А. Криволуцкий. – М. : Изд-во МГУ, 1999. – 94 с.
30. Biodiversity [Електронний ресурс] / Wikipedia, the free encyclopedia. – Режим доступу: <http://en.wikipedia.org/wiki/Category:-Biodiversity> – Назва з екрану. – This page was last modified on 4 June 2011.
31. Thomas W. Kral. Solving the Mystery of the Global Species Count and Exploding the Myth of the Sixth Extinction [Електронний ресурс] / W. Kral Thomas. – Режим доступу: <http://www.sovereignty.net/p/land/kral-insect.htm>. – Назва з екрану.
32. Biodiversity [Електронний ресурс] / Global Environment Outlook 2000 (GEO 2000), 2011 UNEP/GRID-Arendal. – Режим доступу: <http://www.grida.no/geo2000/english/0045.htm>. – Назва з екрану.
33. Биоразнообразие сельского хозяйства: оценка текущей деятельности и приоритетные направления программы работ // Конвенция о биологическом разнообразии: Вспомогательный орган по научным, техническим и технологическим консультациям. 5-е совещание. – Монреаль, 2000. – 23 с. – (UNEP/CBD/SBSTTA/5/10 23 October 1999).

34. Проект Загальнодержавна програма збереження біорізноманіття України на 2007 – 2025 роки [Електронний ресурс] / Закон України, Вікіпедія вільна енциклопедія. – Режим доступу: http://uk.wikipedia.org/wiki/http://www.sea.gov.ua/GIS/BSR/UA/documents/legislation/Prog_bio.htm. – Назва з екрану.
35. Екомережа, збереження біорізноманіття, земельні ресурси, тваринний та рослинний світ, формування екомережі та збереження біорізноманіття [Електронний ресурс] / Міністерство екології та природних ресурсів України. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/content-/category/172>. – Назва з екрану.
36. Про затвердження переліків видів тварин, що заносяться до Червоної книги України (тваринний світ), та видів тварин, що виключені з Червоної книги України (тваринний світ) [Електронний ресурс] / Міністерство Охорони Навколишнього Природного Середовища України Наказ 17.06.2009, № 313. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 13 липня 2009 р. за N 627/16643. – Режим доступу: <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0627-09>. – Назва з екрану.
37. Шеляг-Сосонко Ю. Р. Зелена книга України: якою їй бути? / Ю. Р. Шеляг-Сосонко. – К.: Академперіодика, 2002. – 35 с.
38. Друга національна доповідь України про збереження біорізноманіття / Я. І. Мовчан, Ю. Р. Шеляг-Сосонко [та ін.]. – К. : Хімджест, 2003. – 110 с.
39. Збереження біорізноманіття у зв'язку із сільськогосподарською діяльністю. Методичні рекомендації щодо збереження біорізноманіття та охорони земель, пов'язаних із сільськогосподарською діяльністю / В. А. Соломаха, А. М. Малієнко, Я. І. Мовчан [та ін.]. – Київ : Центр учбової літератури, 2005. – 123 с.
40. Гвоздева О. А. Биоразнообразие [Електронний ресурс] / [Государственный Дарвиновский музей](http://www.darwin.museum.ru/EXPOS/bio/foreght.htm) 1996-201. – Режим доступу: <http://www.darwin.museum.ru/EXPOS/bio/foreght.htm>. – Назва з екрану.

41. Раббимов А. Биоразнообразие аридных территорий / А. Раббимов, У. Фазилов. – М.: МГУ, 1983. – 296 с.
42. Decision III/11: Conservation and sustainable use of agricultural biological diversity / Handbook of the Convention on Biological Diversity // 2nd edition Updated to include the outcome of the sixth meeting of the Conference of the Contracting Parties. Secretariat of the Convention on Biological Diversity. 2003. – 392-400 p.
43. ULRMC. The 1st Ukrainian BINU Project Report // Agro-biodiversity Indicators for National Use (January 2003-September 2003) – 2003.
44. Патица В. П. Перспективи використання збереження та відтворення агробіорізноманіття в Україні / В. П. Патица. – Київ: Хімдажест, 2003. – 256 с.
45. Cromwell E. Defining agricultural biodiversity / D. Chapter, P. Cooper, Mulvany // 1 In Conservation and Sustainable Use of Agricultural. – 2001.
46. Dominic Moran Global biodiversity priorities : A cost-effectiveness index for investments / Pearce David, Anouk Wendelaar [Електронний ресурс] / Environmental Resources Management. – London, UK. – Режим доступу: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378095000178>. – Назва з екрану.
47. Evolution of Biological Diversity / A. E. Magurran, R. M. May. – N-Y: Oxford Univ. Press. – 1999. – 329 p.
48. Бурда Р. И. Антропогенная трансформация флоры / Р. И. Бурда. – К. : Наук. думка, 1991. – 169 с.
49. Бурда Р. І. Екологія інвазій та інвазійних рослин в агроландшафтах України / Р. І. Бурда // Вісник аграрної науки. – 2001. – № 8. – 73 с.
50. Уиттекер Р. Сообщества и экосистемы / Р. Уиттекер. – М. : Прогресс, 1980. – 326 с.
51. Булигін С. Ю. Формування екологічно сталих агроландшафтів / С. Ю. Булигін. – Харків, 2001. – 116 с.

52. Мовчан Я. І. Екомережа України: обґрунтування структури та шляхів втілення. Конвенція про біологічне різноманіття: громадська обізнаність та участь / Я. І. Мовчан. – Київ: Стилос, 1997. – С. 98–110.
53. Придатко В. І. Проблеми землекористування та збереження біорозмаїття в агроландшафтах України. Конвенція про біологічне розмаїття: громадська обізнаність і участь / В. І. Придатко. – К.: Стилос, 1997. – С. 90- 98.
54. Національна доповідь України про стан виконання положень «Програма дій Порядок денний на XXI століття» за десятирічний період (1992–2001 рр.). – К.: Інтелсфера, 2000. – 360 с.
55. Созінов О. О. Агробіорізноманіття України: теорія, методологія, індикатори, приклади / О. О. Созінов. – Київ : ЗАТ «Нічлава». – 2005. – Кн. 1.– 384 с.
56. Соловій І. П. Формування оптимальної лісистості / І. П. Соловій // Лісовий журнал. – № 2. – 1994. – С. 9-10.
57. Зоология беспозвоночных: [метод. указания к летней практике] / В. К. Дмитриенко, Г. Н. Скопцова. – Красноярск. – 2000. – Ч. 1. – 55 с.
58. Криволуцкий Д. А. Жизненные формы й биоразнообразие животных / Д. А. Криволуцкий // Бюлл. МОИП. – 1999. – Т. 347. – № 5.– С. 45-55.
59. Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение / Э. Мэгарран. – М. : Мир, 1992. – 181 с.
60. Дроздів Н. Н. Біомне розмаїття / Н. Н. Дроздів, Д. А. Криволуцкий, Г. Н. Огуреева // Біогеографія. – 2002. – № 10. – С. 9-16.
61. Дроздов Н. Н. Экосистемы мира / Н. Н. Дроздов, Е. Г. Мяло. – М., АБФ, 1997. – 238 с.
62. Whittaker R. H. Communities and Ecosystems. – New York, 1975. – 328 p.
63. Левич А. П. Структура екологічних співтовариств / А. П. Левич. – М.: МГУ. – 1980. – 181 с.
64. Preston F.W. The commonness, and rarity, of species / F. W. Preston // Ecology. – 1948. – № 29. – P. 254–283.

65. Smith W. G. Raunkiaer's «life-forms» and statistical methods / W. G. Smith // Journal of Ecology. – 1913. – № 1. – С. 16-26.
66. Расса Т. С. Жизнь животных / Т. С. Расса. – М.: Просвещение, 1983. – 364 с.
67. Hutchinson G. E. A Theoretical Ecological Model of Size Distribution among Species of Animal / G. E. Hutchinson, R. H. MacArthur // American Nature. – 1959. – V. 93. – P. 117-125.
68. Raunkiaer Ch. Plantago intermedia og Plantago major: Botaniske Studier / Ch. Raunkiaer, J.H. Schultz Forlag, København. – 1937. – № 5. – P. 337–342.
69. Яхонтов В. В. Экология насекомых / В. В. Яхонтов. – М.: «Высшая школа», 1964. – 459 с.
70. Дудкін О. В. Оцінка і напрями зменшення загроз біорізноманіття України / О. В. Дудкін. – К.: Хімджест, 2003. – 255 с.
71. Wilson E. O. Naturalist / E. O. Wilson. – Washington, D.C., 1996. – P. 475.
72. Проблеми збереження та відновлення біорізноманіття в Україні / М. Д. Гродзинський [та ін.]. – К.: Вид. дім «Академперіодика», 2001. – 125 с.
73. Злобін Ю. А. Основи екології / Ю. А. Злобін. – К. : Лібра, 1998. – 248 с.
74. Червона Книга України. Рослинний світ. – К.: Українська енциклопедія, 1996. – 214 с.
75. Про схвалення Концепції Загальнодержавної програми збереження біорізноманіття на 2005-2025 роки [Електронний ресурс] / Кабінет Міністрів України; Розпорядження, Концепція від 22.09.2004 № 675-р.; Документ [675-2004-р](#), редакція від [22.09.2004](#), чинний // Апарат Верховної Ради України 1996-2011. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=675-2004-%F0>. – Назва з екрану.
76. Закон України Про природно-заповідний фонд України [Електронний ресурс] // Відомості Верховної Ради України (ВВР). – 1992. – № 34. – ст. 502; Документ [2456-12](#), остання редакція від [01.01.2011](#) на підставі [2856-](#)

- 17, чинний. – Режим доступу: <http://zakon.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=2456-12>. – Назва з екрану.
77. Роль охоронюваних природних територій у збереженні біорізноманіття : Матеріали конф., присвяч. 75-річчю Канівського природного заповідника, (м. Канів, 8-10 вересня, 1998р.) / М. Г. Чорній [та ін.]. – Канів, 1998. – 319 с.
78. Мовчан Я. І. Шляхи втілення екомережі України. Розбудова екомережі України / Я. І. Мовчан, Ю. Р. Шеляг-Сосонко. – Київ, 1999. – С. 104-111.
79. Формування регіональних схем екомережі: [методичні рекомендації] / За ред. Ю. Р. Шеляга-Сосонко. – Київ: Фітосоціоцентр, 2004. – 71 с.
80. Нестеров Ю. В. Практичні поради зі збереження біорізноманіття / Ю. В. Нестеров // Wetlands International Black Sea Programme, 2005. – 64 с.
81. Збереження і невиснажливе використання біорізноманіття України: стан та перспективи : [моногр.] / Ю. Р. Шеляг-Сосонко [та ін.]. – К. : Хімджест, 2003. – 246 с.
82. Шеляг-Сосонко Ю. Р. Головні риси екомережі України. Розбудова екомережі України / Шеляг-Сосонко Ю. Р. – Київ, 1999. – С. 13-22.
83. National Report of Ukraine on Conservation of Biological diversity / Ya. I. Movchan, Yu. R. Shelyag-Sosonko. – Kyiv, MEP, Prospect Ltd. – 1997. – 31 p.
84. Загальнодержавна програма формування національної екомережі на 2000 - 2015 роки [Електронний ресурс] / Міністерство екології та природних ресурсів України. – Режим доступу: <http://www.menr.gov.ua/content/category/172>. – Назва з екрану.
85. Закон України «Про екологічну мережу» // Вісник ВРУ. – 2004. – № 45. – С. 502.
86. Стойко С. М. Екологічна стратегія функціонування біосферних резерваторів в Україні та підвищення репрезентативності їх мереж / С. М. Стойко // Укр. бот. журн. – 1999. – Т. 56. – № 1. – С. 89-95.

87. Жученко А. А. Адаптивное растениеводство / А. А. Жученко. – Кишинев: «Штиинца». – 1990. – 432 с.
88. Стовбчатий В.М. Видове різноманіття комах (insecta) в агроценозах України (експертна оцінка) / В кн.: Перспективи використання, збереження та відтворення агробіорізноманіття в Україні [за ред. В. П. Патики, В.А. Соломахи]. – К.: Видавництво «Хімджест», 2003. – 255 с.
89. Збереження біорозмаїття: традиції та сучасність / [ред.: Т. Гардашук]; Упр. Охорони земельних ресурсів, екомережі та збереження біорізноманіття. – К.: Хімджест, 2003. – 119 с.
90. Полтавский А. Н. «Островки спасения» для насекомых как гарант биоразнообразия и равновесия в природе / А. Н. Полтавский // Аграрный эксперт. – 2005. – № 1. – С. 42 – 43.
91. Реймерс Н. Ф. Природопользование: [словарь-справочник] / Н. Ф. Реймерс. – Москва, «Мысль», 1990. – 640 с.
92. Карлашук С. В. Ентомокомплекси на ектонах типового агроландшафту Центрального Лісостепу України / С. В. Карлашук, В. П. Федоренко // Карантин і захист рослин. – 2004. – № 5. – С. 27-28.
93. Карлашук С. В. Угруповання напівтвердокрилих (*Insecta, Hemiptera*) сучасних агроecosистемах Центрального Лісостепу України / С. В. Карлашук, В. П. Федоренко // Карантин і захист рослин. – 2004. – № 8. – С. 13-14.
94. Методичні рекомендації щодо розроблення регіональних та місцевих схем екомережі [Електронний ресурс] / Наказ Міністерства охорони навколишнього природного середовища від 13.11.2009, № 604. – Режим доступу: ecoternopil.gov.ua/data/metodrek.doc. – Назва з екрану.
95. Природа Київської області [за заг. ред. О. М. Маринича]. – К.: Вид-во Київського університету, 1972. – 235 с.
96. Природа Украинской ССР. Климат / В. Н. Бабиченко [и др.]. – К.: Наукова думка, 1984. – 232 с.

97. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Лісостепу України / [редкол.: М. В. Зубець (голова) та ін.]. – К.: 2004. – 776 с.
98. Агрометеорологическое обеспечение сельскохозяйственного производства Киевской области / [сост. Н. Ф. Цупенко, Н. П. Кривенченко]. – К.: Урожай, 1985. – 17 карт.
99. Клімат України / [під ред. В. М. Ліпінського, В. А. Дячука, В. М. Бабіченко]. – К., 2003. – 343 с.
100. Кожанчиков И. В. Методы исследования экологии насекомых / И. В. Кожанчиков. – М., 1961. – 256 с.
101. Плавильщиков Н. Н. Определитель насекомых / Н. Н. Плавильщиков. – Москва, 1957. – 547 с.
102. Определитель насекомых, повреждающих деревья и кустарники полезных полос / К. В. Арнольди, Л. В. Арнольди, Г. Я. Бей-Биенко [и др.]. – М.- Л. – 1950. – 441 с.
103. Воронцов А. И. Лесная энтомология / А. И. Воронцов. – Москва, 1967. – 399 с.
104. Diversity of Insects: The Cofrin Center for Biodiversity and the University of Wisconsin Green Bay [Електронний ресурс] / All Rights Reserved 2001-2004. – Режим доступу: <http://www.uwgb.edu/BIODIVERSITY/biota/arthropods/insects>. – Назва з екрану.
105. Козак Г. П. На тлі зміни клімату: багаторічна динаміка чисельності шкідників озимини в Лісостепу / Г. П. Козак, В. М. Чайка // Карантин і захист рослин. – 2005. – № 6. – С. 11–13.
106. Про затвердження переліків видів тварин, що заносяться до Червоної книги України (тваринний світ), та видів тварин, що виключені з Червоної книги України (тваринний світ) [Електронний ресурс] / Міністерство Охорони Навколишнього Природного Середовища України Наказ 17.06.2009, № 313. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 13 липня 2009 р. за № 627/16643. – Режим доступу:

- <http://zakon1.rada.gov.ua/cgi-bin/laws/main.cgi?nreg=z0627-09>. – Назва з екрану.
107. Biodiversidad Virtual [Електронний ресурс] / BiodiversidadVirtual 2009-2010. – Режим доступу: <http://www.biodiversidadvirtual.org/taxofoto/wanted>. – Назва з екрану.
108. Кулак А. В. Стратегия сохранения видового разнообразия насекомых: Матер. республ. науч. конфер. (12-13 дек. 2002 г.). – Ч. 1. Оценка необходимости охраны редких видов насекомых. – М., 2002. – С. 189-197.
109. Лісовий М. М. Ентомологічне різноманіття та його еколого-економічне значення / М. М. Лісовий, В. М. Чайка // Агроєкологічний журнал, 2007. – № 4. – С.18–24.
110. Гиляров А. М. Популяционная экология / А. М. Гиляров. – М., МГУ. – 1990. – 191 с.
111. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. В 3-х томах / [под ред. В. П. Васильева]. – К.: Урожай. – Т. 1. – 1973. – 496 с.
112. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений. В 3-х томах / [под ред. В. П. Васильева]. – К.: «Урожай» 1974. – Т. 2. – 576 с.
113. Вредители сельскохозяйственных культур и лесных насаждений: В 3-х томах / [под ред. В. П. Васильева]. – К.: Урожай, 1989. – Т. 3. – 595 с.
114. COLEOPTERA POLONIAE [Електронний ресурс] / Database Browser – Режим доступу: <http://coleoptera.ksib.pl/search.php?taxonid=40775&l=en&dds=par>. – Назва з екрану.
115. Odum E. P. Basic ecology / E. P. Odum // Sounders College Publishing. – Philadelphia, 1983. – Vol. 328. – 376 p.
116. Thomas W. Kral. Solving the Mystery of the Global Species Count and Exploding the Myth of the Sixth Extinction [Електронний ресурс]. – Режим доступу: <http://www.sovereignty.net/p/land/kral-insect.htm>. – Назва з екрану.

117. Лебедева Н. В. География и мониторинг биоразнообразия / Н. В. Лебедева, Д. А. Криволицкий. – М.: Издательство Научного и учебно- методического центра. – 2002. – 432 с.
118. Одум Ю. Экология: в 2-х т. / Ю. Одум. – М.: 1986. – Т. 1. – 326 с.; –Т. 2. – 376 с.
119. Шеннон К. Работа по теории информации и кибернетики / К. Шеннон. – М.: Изд-во иностр. лит., 1963. – 830 с.
120. Chumak V. Arthropod biodiversity in virgin and managed forests in Central Europe. Forest Snow and Landscape Research / V. Chumak, P. Duelli, V. Rizun, M. K. Obrist, P. Wirz // Natural Forests in the Temperate Zone of Europe: biological, social and economic aspects. – 2005. – Vol. 79, №1/2. – P. 101-110.
121. Рекомендації щодо оцінки різноманіття біосистем / І. Г. Ємельянов, А. П. Полуда, І. В. Загороднюк // Національна академія наук України, Інститут зоології ім. І. І. Шмальгаузена. – Київ, 2002. – 45 с.
122. Stork N. E. Measuring Global Biodiversity and Its Decline / N. E. Stork // In Biodiversity II. – National Academy of Sciences, 1997. – 630 p.
123. Hamilton T. A. Swallowtail Butterflies of the Americas / T. A. Hamilton, K. S. Brown, K. H. Wilson. – Scientific Publishers, Inc. –1994. – 34 p.
124. Hamilton W. D. The genetical evolution of social behaviour / W. D. Hamilton // J. Theor. Boil. – 1964. – V. 7. – № 61. – P. 1-52.
125. Hutchinson G. E. Concluding remarks / G. E. Hutchinson // Cold spring harbor symp. quant. biol. – 1957. – V.22. – P.415-427.
126. Infante M. E. Random amplified polymorphic DNA of screw-worm fly populations (Diptera Calliphoridae) from Brazil / M. E. Infante, A. M. Azeredo-Espin // 20 Int. Congr. Entomol., (Firenze, Aug. 25-31, 1996). – Proc. – Firenze. – 1996. – P. 243.
127. Кучерявих Ю. Г. Лісові смуги – надійні захисники полів / Ю. Г. Кучерявих. – Київ. – 1962. – 88 с.
128. Гиряров А. М. Популяционная экология. М., Изд. МГУ, 1990.

129. Горчаковский П. Л. Реликтовая степная растительность Ильменских гор на Южном Урале. Институт экологии растений и животных. – Екатеринбург: Гощицкий, 2004 – 119с.
130. Григорюк І. П., Чайка В. М., Якубенко Б. Є., Міняйло А. А. Наукові основи і практичні засади збереження та відтворення біорізноманіття агроландшафтів Лісостепу України в умовах змін клімату (Методичні рекомендації) / К.: Видавничий центр НУБіП України, 2009. – 49 с.
131. Дж. Хоулт, Н. Криг, П. Снит, Дж. Стейли. Определитель бактерий Берджи: справочник, пер. с англ. – М.: Мир, 1997 – 430 с.
132. Дроздов Н. Н. Экосистемы мира / Н.Н. Дроздов, Е.Г. Мяло. – М.: АБФ, 1997. – 238 с.
133. Залепухин В. В. Теоретические аспекты биоразнообразия: Учебное пособие. – Волгоград: Изд-во ВолГУ, 2003. – 192 с.
134. Кобеньок Г. В., Закорко О. П., Марушевський Г. Б. Збереження біорізноманіття, створення екомережі та інтегроване управління річковими басейнами: Посібник для вчителів і громадських природоохоронних організацій. – Київ: Wetlands International Black Sea Programme, 2008. – 200 с.
135. Кондрашова Л. Динозавры: полная энциклопедия: пер. с англ. – М.: ЕКСМО, 2004 – 256 с.
136. Константинов В. М. Охрана природы. М., Изд-во «Академия», 2000.
137. Красная книга СССР / в 2-х т. М., Лесная промышленность, 1984.
138. Кузьмин Л. Л., Пустоханов В. В. Животные, подлежащие охране на территории Владимирской области. Ч.1. Насекомые. Владимир, ВООП, 1994.
139. Кузьмин Л. Л., Пустоханов В. В. Животные, подлежащие охране на территории Владимирской области. Ч.2. Позвоночные. Владимир, ВООП, 1998.

140. Кузьмин Л. Л., Пустоханов В. В., Авдоница А. М., Баранов С. Г. Словарь-справочник по эколого-природоохранным дисциплинам. Владимир, ВГПУ, 2000.
141. Кузьмин Л. Л., Пустоханов В. В. Проверочные задания по экологии и охране природы.
142. Лапин П. И. Древесные растения в природе и культуре. – М.: Наука, 1983 – 223с.
143. Лебедева Н. В., Дроздов Н. Н., Кривошук Д. А. Биоразнообразие и методы его оценки: Учебное пособие. – М.: Изд-во Моск. ун-та, 1999. – 95 с.
144. Лебедева Н. В., Дроздов Н. Н., Кривошук Д. А. Биологическое разнообразие. – М.: ВЛАДОС, 2004 – 432 с.
145. Мельничук М. Д., Чайка В. М. та ін. Екологічна стандартизація агросфери: науково-методичний посібник / Київ: НУБіП, 2011. – 250 с.
146. Миркин Б. М., Наумова Л. Г. Наука о растительности. Уфа: Гилем, 1998. – 413 с.
147. Примак Ричард Б. Основы сохранения биоразнообразия / Пер. с англ.- М.: Изд-во НУМЦ, 2002. – 256 с.
148. Протасов А. А. Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсиконология. – Киев, 2002. – 105 с.
149. Словник-довідник сучасних екологічних та природоохоронних термінів / [укл. Гончаренко Г. Є., Совгіра С. В.]. – К.: Наук. світ, 2010. – 67 с.
150. Сытник К. М., Брайон А. В., Гордецкий А. В. Биосфера. Экология. Охрана природы. Справочное пособие / Под ред. К. М. Сытника. – К.: Наук. думка, 1987. – 524 с.
151. Glossary of Biodiversity Terms, Version 1, UNEP-WCMC Cambridge, UK, 2013.- 39 p.
152. Биоразнообразие: курс лекций / авторы-составители: Б. В. Кабельчук, И. О. Лысенко, А. В. Емельянов, А. А. Гусев. – Ставрополь: Изд-во Ставропольский ГАУ «АГРУС». – 2013.

153. Горчаковский П. Л. Фиторазнообразие Ильменского заповедника в системе охраны и мониторинга. Институт экологии растений и животных. – Екатеринбург: Гощицкий, 2005 – 191с.
154. Еськов Е. К. Экология. Закономерности, правила, принципы, теории, термины и понятия. Учебное пособие / К. Е. Еськов. – М.: Абрис, 2012. – 584 с.
155. Небел Б. Наука об окружающей среде / Б. Небел. – М.: Мир, 1993. Т.1. – 422 с.
156. Руденко Т. А. Большая энциклопедия животных. – М.: Олма-пресс, 2000 – 379 с.
157. Юрцев Б. А., Камелин Р. В. Основные понятия и термины флористики. Пермь: Перм. ун-т, 1991. – 80 с.

Інформаційні ресурси

1. <http://www.biodiversty.uno.edu>
2. <http://www.bio.pu.ru>
3. <http://www.biomon.org>
4. <http://www.cbd.int>
5. <http://www.cd.greenpack.in.ua>
6. <http://www.eco-live.com.ua>
7. <http://www.menr.gov.ua>
8. <http://www.necu.org.ua>
9. <http://www.spb.ecology.net.ru>
10. <http://www.vm.cfsan.fda.gov/~frf/biologic.html>

ДЛЯ НОТАТОК

Наукове видання

Кляченко О.Л., Лісовий М.М., Кваско О.Ю.

ОСНОВИ БІОРІЗНОМАНІТТЯ

Підручник

Редактор

Макетування та дизайн обкладинки *О.М. В'юнцова*

Підписано до друку 00.00.2022 р.

Формат 60x84/16. Гарнітура Times New Roman.

Умов.-друк.арк. 19,0.

Наклад 300 прим. Зам № 492

Свідоцтво суб'єкта про державну реєстрацію

ДК №