***ЛЕКЦІЯ 8.***

**КОНЦЕПЦІЯ ЕКОСИСТЕМИ. БІОГЕОЦЕНОЗ. КЛАСИФІКАЦІЯ ЕКОСИСТЕМ**

***План:***

1. Поняття про екосистему як функціональну одиницю в екології.

2. Структура екосистеми.

3. Глобальні енергетичні процеси в екосистемах: продукція та розклад органічної речовини.

4. Стабільність екосистеми.

5. Енергетична класифікація екосистем.

6. Біомна класифікація екосистем.

1. ***Поняття про екосистему як функціональну одиницю в екології****.*

Форма і функції живого організму також визначаються фізичними умовами середовища (обтічна форма риб зумовлена законами гідродинаміки, а відсоток кисню в повітрі (21%) визначає швидкість метаболічних процесів у живих організмів).

З іншого боку, життєдіяльність організмів в свою чергу впливає на фізичне середовище. *Наприклад*, кисень атмосфери - продукт фотосинтезу; коріння рослин сприяють подрібненню породи, а бактерії і гриби прискорюють її вивітрювання і руйнування, беручи участь таким чином у ґрунтоутворенні. Рослини впливають також на кругообіг води: вона не накопичується в тих місцях, де випадають дощі, так як значна її частина випаровується з поверхні ґрунту і листя (площа поверхні листя в 4 рази більша за площу поверхні ґрунту). Тому вирубка лісів призводить до збільшення паводків , посилення ерозії і відкладення мулу, а так само вимивання мінеральних поживних речовин з оголеного ґрунту. Випаровування води з листя рослин сприяє також утриманню вологи в даній місцевості, тому що більша частина виділених парів швидко конденсується і випадає поблизу у вигляді дощу.

Взаємозв'язок фізичного і біологічного світів лежить в основі **концепції екосистеми** в екології. Будь-яка одиниця (біосистема), що включає всі спільно функціонуючі організми (біотичне угрупування) на даній території і взаємодіє з фізичним середовищем таким чином, що потік енергії створює чітко визначені біотичні структури і круговорот речовин між живою і неживою частинами, являє собою **екосистему.**

Термін екосистема вперше запропонований в 1935 році англійським екологом Тенслі, хоча саме уявлення про екосистему виникло значно раніше.

**Екосистема - основна функціональна одиниця в екології**, модель якої включає взаємодію *трьох основних компонентів*, а саме, біотичного угрупування, потоку енергії і кругообігу речовин.

При цьому біотичний компонент обов’язково має включати *продуцентів* (автотрофів), *консументів* та *редуцентів* (гетеротрофів). Біогенні елементи (елементи мінерального живлення) і вода можуть використовуватись багаторазово, а потік енергії направлений в одну сторону (від джерела). Передача енергії пов’язує компоненти біотичного угрупування в єдине ціле, в круговороти речовин сполучають абіотичний і біотичний компоненти екосистеми між собою.

Всі екосистеми і біосфера в цілому є відкритими системами: вони повинні отримувати і віддавати енергію, в різному ступені відкриті для потоку речовин, для імміграції та еміграції організмів. Тобто для функціонування і самопідтримки екосистеми необхідне «середовище на вході» і «середовище на виході». Масштаби змін середовища на вході і на виході залежать від розміру системи, її збалансованості, її стадії і ступеня розвитку.

Згідно з визначення екосистема не має обмежень за розміром. Якщо усі три обов’язкові складові присутні, екосистемою можна назвати і океан, і річку, і поле і калюжу, яка не висихає впродовж півроку.

1. ***Структура екосистем****.*

З точки зору трофічної структури екосистему можна розділити на 2 яруси у просторі і часі:

1. ***Верхній автотрофний ярус*** («зелений пояс»), де переважає фіксація енергії світла, використання простих неорганічних сполук і накопичення складних органічних сполук.

2. ***Нижній гетеротрофний ярус*** («коричневий пояс»), в якому переважають використання, трансформація і розкладання складних речовин.

З біологічної точки зору в екосистемі виділяють:

1. Неорганічні речовини, що включаються в кругообіг.

2. Органічні сполуки, що зв'язують біотичну і абіотичну частини. Деякі сполуки при цьому можуть зустрічатися тільки в біоті (АТФ), а деякі ніколи не зустрічаються в клітинах (гумусові речовини ґрунту).

3. Повітряне, водне і субстратне середовище, що включає кліматичний режим.

4. Продуценти (автотрофи)- фотосинтетики та хемосинтетики.

5. Макроконсументи (фаготрофи) - ті гетеротрофи, які живляться цілими організмами або їх частинами.

6. Мікроконсументи - це сапротрофи, деструктори і осмотрофи, які отримують енергію або шляхом розкладання мертвих тканин, або шляхом поглинання розчиненої органічної речовини. В результаті їх життєдіяльності вивільняються неорганічні елементи живлення, придатні для продуцентів.

1. ***Глобальні енергетичні процеси в екосистемах: продукція та розклад органічної речовини.***

В цілому в природі гетеротрофний процес розкладання приблизно врівноважує автотрофний метаболізм (за рік створюється близько 100 млрд тонн органічної речовини і така ж кількість окислюється, перетворюючись на СО2 і Н2О).

Хімічну основу будь-якої продукції органічної речовини у природі складає рівняння:

енергія ↓ (hυ, ОВР)

СО2 + nН2А- --------------------🡪(Н2О) n ++ nА.

Для фотосинтетиків А = О2, відповідно виходить рівняння фотосинтезу.

Для хемосинтетиків А = S, тому при бактеріальному фотосинтезі кисень не виділяється, однак хемосинтетики відіграють велику роль в екосистемах, де умови несприятливі для життя зелених рослин. *Наприклад*, глибоководні екосистеми, які беруть участь в круговороті сірки.

У вищих рослин існує три основних біохімічних шляхи відновлення СО2 (С3, С4, САМ-метаболізм). Ці групи по-різному реагують на світло, температуру і воду, тому в різних екологічних зонах домінують представники одного типу (у С3 рослин на синтез 1 г органічних речовин використовується 1 кг води, а у С4 – 400г).

Хемосинтетики отримують енергію для фіксації СО2 в результаті простого окислення: NH3 в нітрити, нітритів в нітрати, сульфідів в атомарну сірку, Fe2+ в залізо Fe3+. Такі мікроорганізми можуть існувати в темряві, але більшості з них потрібен О2. Існують унікальні глибоководні екосистеми, функціонування яких цілком базується на активності хемосинтетиків. Таким чином, завдяки здатності функціонувати у відсутності світла (в опадах, ґрунті, на дні океанів) хемосинтетики використовують енергію, яка інакше була б недоступна для консументів.

Також в природі існує кілька типів розкладання органічної речовини як біологічного окислення, що дає енергію:

1. Аеробне дихання.

2. Анаеробне дихання (бактерії *Desulphovibrio*, які відновлюють SO4 в глибоких донних безкисневих відкладеннях до газоподібного Н2S, який піднімається у верхні шари водойми, де його використовують інші організми).

3. Бродіння – теж анаеробний процес, але органічна речовина, що окислюється, саме ж і служить акцептором електронів.

Розкладання як процес – результат дії біотичних і абіотичних факторів, однак остаточний розпад відмерлих рослин і тварин завжди здійснюється *гетеротрофними* організмами або ***сапрофагами***. Вони виділяють ферменти в мертву речовину, деякі продукти її розкладання ними ж і споживаються, інші залишаються в середовищі і служать субстратом для інших видів.

Не всі частини рослин і тварин руйнуються з однаковою швидкістю. Довго руйнуються целюлоза, лігнін, хітин, кістки, волосся. Найбільш стійким продуктом розкладання є *гумус* – продукт конденсації ароматичних сполук з продуктами розпаду білків і полісахаридів. ***Гумус***і***детрит*** є показниками родючості ґрунту, надаючи йому сприятливу для росту рослин структуру. Крім того, багато органічних речовин детриту полегшують засвоєння рослинами елементів мінерального живлення або зменшують токсичність важких металів,утворюючи хелатні комплекс.

Значну роль в процесах розкладання відіграють дрібні гетеротрофи (найпростіші, ґрунтові кліщі, нематоди). Вони подрібнюють детрит і збільшують доступну площу для впливу мікроорганізмів; виводячи в середовище білки і ростові речовини, стимулюють ріст мікрофлори; стимулюють зростання мікробних популяцій, постійно виїдаючи частину бактерій і грибів. Багато з них є ***копрофагами***, тобто організмами, що харчуються екскрементами (*наприклад*, жук *Popilius*).

Таким чином, в результаті розкладання в екосистемі відбувається:

1. Повернення в кругообіг елементів живлення, що знаходяться в мертвій органіці.

2. Утворюються хелатні комплекси з елементами живлення.

3. Утворюється їжа для детритного харчового ланцюга.

4. Утворюються метаболіти інгібуючої, стимулюючої і часто регуляторної дії (наприклад, травоїдні комахи виділяють в середовище речовини, які стимулюють ріст рослин).

5. Утворюється ґрунт.

6. Підтримується склад атмосфери.

***4. Стабільність екосистеми***

У будь-якій екосистемі існує позитивний і негативний зворотний зв'язок. Позитивний підсилює відхилення і визначає зростання і виживання організмів; негативний зменшує відхилення.

Виділяють два основних типи стійкості екосистем:

1. **Резистентна** – здатність екосистеми чинити опір порушення, підтримуючи незмінними свою структуру і функції.

2. **Пружна** – здатність екосистеми відновлюватися після того, як її структура і функції були порушені.



1. Нормальне функціонування.

2. Міра стійкості.

3. Міра пружності.

Як правило, при сприятливих фізичних умов середовища проявляється резистентна стійкість, а змінених фізичних умовах - пружна. Зазвичай в конкретних екосистемах переважає або перший, або другий тип стійкості. *Наприклад,* деякі ліси дуже стійкі до пожежі, але якщо все-таки ліс згорить, він відновлюється дуже повільно. А деякі чагарникові екосистеми дуже легко вигорають, але швидко відновлюються за кілька років.

***5. Енергетична класифікація екосистем***

Енергетична класифікація заснована на кількості і якості енергії, що надходить. Згідно цієї класифікації виділяють екосистеми:

1. *Природн****і***, *рухомі сонцем і нічим більше не субсидовані* – щорічний приплив енергії в таких екосистемах 1000-10000 ккал на м2. Це відкриті океани, великі ділянки гірських лісів і великі глибокі озера. Ці екосистеми практично не отримують ніякої енергії, крім сонячної. Вони займають величезні площі. Саме тут очищаються великі об'єми повітря, повертається в оборот вода, формуються кліматичні умови, але такі екосистеми не здатні підтримувати високу щільність населення.

*2. Природні, рухомі сонцем*, *і з природної енергетичної субсидією* (наприклад, енергія припливів і відливів, енергія вітру і дощу, енергія потоку води і т.д.). Щорічний приплив енергії 10000-40000 ккал на м2. Допоміжна енергія збільшує продуктивність, тому що заміщає частину сонячної енергії, яка витрачається на самопідтримку. Тим самим збільшується кількість сонячної енергії, яка може бути перетворена в органічну продукцію.

3. *Рухомі сонцем і субсидовані людиною* - агроекосистеми, аквакультура. Кількість енергії 10-40 000 ккал на м2. Системи, що виробляють продукти харчування і отримують дотації в формі пального, добрива, поливу і т.д.

4. *Індустріально-міські, рухомі паливом* - висококонцентрована енергія палива не просто доповнює, а замінює сонячну енергію. Приплив енергії 100000-3 млн ккал на м2.

***6. Біомна класифікація екосистем***

Заснована на особливостях рослинності і основних рисах ландшафту.

**1. Наземні біоми** - ключова характеристика – життєві форми рослинності:

1.1. Тундра: арктична і альпійська. Основний фактор, що лімітує – низька температура і короткий період вегетації. Постійно промерзлі шари ґрунту формують, по суті, вологу арктичну степ (злаки,карликові дерева, лишайники).

1.2. Біоми хвойних лісів. Домінують вічнозелені хвойні, чагарники розвинені слабко, тому що багато тіні. Особливість - цілорічний фотосинтез.

1.3. Листопадні ліси помірної зони. Характерно рівномірний розподіл опадів (750-1500 мм) і помірна температура з чіткими сезонними коливаннями.

1.4. Степ помірної зони. Кількість опадів 250-750 мм (проміжна між тундрою і пустелею). Ключовий фактор – вологість ґрунту + температура + сезонний розподіл опадів. Залежно від кількості опадів виділяють високотравні, змішані, низькотравні і кущисто-злакові степи.

1.5. Тропічні степи і савани (степ з рідкими деревами), розташовані в теплих областях, де кількість опадів 1000-1500 мм, але є один або два тривалих сухих сезони, під час яких можуть виникати пожежі. Рослинність представлена невеликою кількістю видів, стійких до посухи і пожеж.

1.6. Чапараль – райони з дощовою зимою і посушливим літом. Рослинність – дерева або чагарники з жорстким товстим вічнозеленим листям.

1.7. Пустеля: трав'яниста, чагарникова. Основний фактор, що лімітує – кількість опадів менше 250 мм.

1.8. Напіввічнозелений сезонний тропічний ліс – область з вологим тропічним кліматом, де виражений сухий сезон, під час якого дерева втрачають листя.

1.9. Вічнозелений тропічний дощовий ліс. Кількість опадів 2000-2250 мм на рік. Температурні відмінності між зимою і літом виражені не настільки сильно, як між днем і ніччю. Характерна сильно виражена ярусність для лісу, а все життя приурочено не до приґрунтового рівня, як в **помірній зоні, а до верхнього ярусу рослинності.**

**2. Прісноводні екосистеми**.

2.1. Стоячі (летичні) води – озера і ставки.

2.2. Текучі (лотичні) води – джерела, струмки, річки.

2.3. Заболочені прісноводні ділянки.

**3. Морські екосистеми.**

3.1. Океанічні області.

3.2. Області континентального шельфу.

3.3. Області апвелінгу.

3.4. Лимани або естуарії (вода опріснена стоком прісних річок, тому живуть морські та прісноводні види одночасно).