**Блок 3. Біологічна продуктивність водних екосистем**

**Тема 2. Відтворення біологічних ресурсів гідросфери**

В результаті росту і розмноження гідробіонтів у водоймах відбувається безперервне новоутворення біомаси. Це екосистемне явище називають **біологічною продуктивністю**, сам процес новоутворення біомаси - **біологічним продукуванням**, а новоутворену біомасу - **біологічною продукцією**.

У біологічну продукцію не включають ту органічну речовину, яка утворюється гідробіонтами, але в них не нагромаджується (продукти розкладу, прижиттєві виділення тощо). Таким чином, біологічна продукція - це тільки частина біоорганічної продукції, всієї органічної речовини, створюваної організмами в процесі своєї життєдіяльності. Синтезована, але не акумульована в гідробіонтах органічна речовина, нагромаджуючись у воді, суттєво підвищує біоенергетичний потенціал екосистеми.

***Біопродуктивність*** екосистем ***реалізується*** в формі утворення організмів, корисних, нейтральних або шкідливих для людини. Розрізняють продукцію первинну і вторинну. *Первинна продукція* уявляє собою результат біосинтезу органічної речовини із неорганічної в процесі життєдіяльності гідробіонтів - автотрофів. *Вторинна продукція* утворюється в процесі трансформації вже синтезованої органічної речовини організмами - гетеротрофами.

**Біопродуктивність** - властивість екосистем, що проявляється в тій чи іншій формі в залежності від особливостей біотопу і біоценозу (подібно до того, як продуктивність сільськогосподарських угідь залежить, з одного боку, від особливостей ґрунту і клімату, а з іншого - від урожайності культури, що вирощується, біологічних особливостей об'єктів, що культивуються).

*Біопродуктивність водних екосистем можна розглядати в 2-х аспектах:*

• природному (біосферному);

• соціально-економічному.

У першому випадку результати продукування оцінюють як одну з особливостей кругообігу речовин в екосистемі. З соціально-економічної точки зорубіопродуктивність характеризується величиною вилову гідробіонтів, що використовуються людиною. У цьому випадку продуктивність визначається як властивостями самих екосистем, що експлуатуються, так і формою їх господарського освоєння. Наприклад, одне й те ж саме озеро може бути високопродуктивним, якщо обловлюється раціонально, менш продуктивним, при погіршенні організації промислу, і зовсім непродуктивним, коли промисел відсутній. Тобто, враховуючи соціально-економічний аспект, можна говорити про біогосподарську продукцію - біомасу організмів, що мають промислове значення. Відповідно, *біогосподарська продукція залежить від*:

• величини вилову;

• від цінності різних гідробіонтів.

Треба зазначити, що біологічна продуктивність визначається не тільки абсолютними якостями водних організмів, але й відбиває еволюцію потреб людини і можливостей їх задоволення, причому для різних народів у відповідності до національних особливостей одні й ті ж самі гідробіонти можуть мати різну цінність.

Організми, що є об'єктами промислу, утворюють ***біологічні ресурси водойм****. Біоресурси* - поняття соціальне, яке відбиває ставлення людини до окремих рослин і тварин як до можливих предметів праці. У історичному процесі становлення природи для людини все більша кількість гідробіонтів залучається до сфери виробництва і стає біоресурсами людей.

Освоюючи водойми в промисловому відношенні, людина прагне отримати з них якомога більше біопродуктів, подібно до того як вона намагається найбільш повно використати природні біотичні багатства суші (організувати полювання або збір корисних рослин).

Зростаюча технічна озброєність людей робить реальним перенесення на водойм тих принципів господарювання, які склалися в процесі освоєння суші і дозволили отримувати з неї біопродуктів у сотні і тисячі разів більше, ніж вона давала в природному стані. Промисел гідробіонтів усе більше доповнюється їх розведенням, виникає нова галузь народного господарства - аквакультура, що здійснюється як на прісних водоймах, так і на морях.

Треба зазначити, що аквакультура не є аналогом агрокультури, тому що на відміну від неї орієнтована в основному на отримання продуктів не рослинного, а тваринного походження. У більшій степені аквакультура подібна до пасовищного тваринництва, яке поєднує підвищення урожайності пасовищ з покращенням використання їх продукції.

Новоутворення органічної речовини з мінеральних уявляє собою основу усіх продукційних процесів, що відбуваються у водоймах. Тому вірне уявлення про величину первинної продукції і факторах, що її обумовлюють, важливі як одна з основних передумов раціонального пошуку шляхів підвищення біопродуктивності водойм. Вивчення процесів утворення первинної продукції має і самостійне значення:

• водні рослини є промисловими об'єктами;

• під час бурхливого розвитку водні рослини сильно ускладнюють експлуатацію водойм і виникає необхідність у розробці спеціальних заходів для боротьби з ними;

• утворення кисню в процесі первинного продукування має величезне значення для аерації водойм, формування якості питних вод і посилення самоочисної здатності водойм.

*Первинна продукція* водойм, поверхня яких освітлюється приблизно однаково, може різнитися в десятки і сотні разів. Вона *залежить від*:

• видового складу рослин у водоймі;

• кількості рослин і їх розподілу в товщі води;

• оптичних властивостей води;

• концентрації біогенів;

• температури води.

З просуванням в глибину в різних водоймах умови освітлення погіршуються неоднаково залежно від прозорості води. У Світовому океані понад 75% первинної продукції створюється в поверхневому шарі товщиною 40 - 50 м, де освітленість складає не менше 400 Лк, глибше 100-200 м із-за світлового голодування водоростей первинна продукція фотосинтетиків практично дорівнює нулю.

Із-за збільшення концентрації водоростей величина первинної продукції звичайно зростає, але не лінійно, а по згасаючій кривій, поступово наближаючись до певної межі. Це в першу чергу пов'язано із самозатіненням водоростей при їх високій концентрації.

Величезний вплив на ефективність первинного продукування має забезпеченість водоростей біогенами. З відхиленням їх концентрацій від оптимальної темп продукування починає знижуватись аналогічно тому, як це відбувається при світловому голодуванні. З дефіцитом азоту і фосфору зокрема, пов'язана оліготрофність цілого ряду районів світового океану. Первинна продукція ставів та інших водойм звичайно різко зростає після внесення солей фосфору і азоту.

Розглянемо методи визначення первинної продукції. Мірою величини продукції фотосинтезу служить швидкість утворення органічної речовини в процесі фотосинтезу. Одночасно з фотосинтезом відбувається і дихання рослин, в процесі якого органічна речовина руйнується, споживається кисень і виділяється вуглекислий газ. У темряві фотосинтез припиняється, тобто не відбувається поглинання СО2, виділення вільного кисню і утворення органічної речовини. Дихання продовжується і в темряві, з тією ж швидкістю, що і на світлі. Тому шляхом порівняння результатів двох процесів життєдіяльності водних організмів - фотосинтезу і дихання в денний і нічний час - можна отримати уявлення про величину первинної продукції.

Розрізняють валову і чисту первинну продукцію. Під валовою первинною продукцією розуміють усю органічну речовину, що утворюється в процесі фотосинтезу. Чиста продукція дорівнює валовій за відрахуванням тієї її частини, що витрачається на дихання рослин.

Інтенсивність фотосинтезу вираховується за кількістю кисню, що виділився, або за кількістю синтезованої органічної речовини (вуглецю). На основі цих показників розроблені *2 основні методи*, якими користуються *при визначенні первинної продукції*:

• кисневий

• радіовуглецевий.

Кисневий метод відрізняється простотою і зручністю використання у польових умовах, тому його частіше використовують. Сутність цього метода зводиться до наступного. У водоймі, що вивчається, батометром відбирають з різних глибин воду. Об'єм склянок в залежності від ступеня розвитку фітопланктону коливається від 60 до 500 мл. Якщо в евтрофних водоймах користуються склянками об'ємом 60-100 мл, то воліготрофних - відповідно склянками об'ємом 250-500 мл. "Темрява" в склянках досягається обертанням їх фольгою або чорною щільною матерією. За допомогою різних пристосувань (штатив, кільця) склянки підвішують на тросі на відповідних глибинах. Тривалість перебування склянок у водоймі звичайно дорівнює 24 години. При цьому враховується те, що на протязі доби починаються і закінчуються циклічні зміни освітлення та інших умов.

Різниця між вмістом кисню в світлій і затемненій склянках після експозиції показує величину фотосинтезу фітопланктону. Первинну продукцію в мг О2 /л год розраховують за формулами.

У Світовому океані величина первинного продукування в різних ділянках коливається від декількох мг до десятих часток граму вуглецю за день на 1 м2і в основному обумовлюється ступенем перемішування вод (виніс в поверхневий шарбіогенів). За продуктивністю виділяють три зони Світового океану:

• відкрита зона;

• прибережні води;

• апвелінг.

Чиста продукція цих вод в середньому складає відповідно 50, 100 та 300 г вуглецю/ м2 за рік. Валова ж продукція (первинна) Світового океану за оцінками різних авторів складає 60-70 млрд. тон вуглецю.

Помітно вище, ніж у Світовому океані, темп продукування органічної речовини в континентальних водоймах, особливо в озерах. В евтрофних озерах світу середньодобова чиста продукція складає 600-800 мг С/ м2; в мезотрофних - 250-500, в оліготрофних - 50-300. Високій рівень первинного продукування в континентальних водоймах пояснюється більшим надходженням біогенів з суші і перемішуванням вод.  Завдяки циркуляції, що часто охоплює в ті чи інші строки водну масу озер, відбувається значна мобілізація біогенів донних відкладів. Тому взаємодія між водною товщею і донними відкладами в озерах набагато інтенсивніша, ніж у Світовому океані і є додатковим фактором, що сприяє існуванню фітопланктону і збільшенню його продукції. В дуже глибоких озерах первинна продукція стає значно меншою, особливо якщо поверхневий стік у порівнянні з усією водною масою озера незначний.

З розвитком цивілізації і розширенням технічних можливостей гідросфера освоюється усе інтенсивніше. Цей процес здійснюється різними шляхами. Перш за все, до освоєння малих водойм додається експлуатація більш крупних. Другий шлях - посилення експлуатації тих біоресурсів, що є "дарунком природи", за рахунок удосконалення техніки лову і розширення асортименту об’єктів, що виловлюються.  Третій шлях - охорона природного відтворення біоресурсів і здійснення ряду заходів, які підвищують ефективність. Четвертий - перетворення водойм в угіддя, що культурно обробляються і на які поширюються принципи, що використовуються у сільському господарстві.

У вузькому розумінні слова ***аквакультура*** - це промислове вирощування гідробіонтівза певною технологічною схемою з контролем над усіма ланками процесу. Якщо мова іде про вирощування морських організмів, то говорять про марікультуру. Розведення прісноводних гідробіонтів – лімнокультура. У широкому розумінні слова під аквакультурою розуміють господарюванню на водоймах з метою підвищення їх продуктивності.

Існують ***2 принципи ведення аквакультури***:

• максимальне використання водойм як господарських угідь.

Це досягається за рахунок стимуляції первинного продукування і управління екосистемними процесами з метою отримання з одиниці площі максимальної продукції. Досягти підвищення первинної продукції можна шляхом внесення мінеральних добрив.

• використання води як середовища для вирощування господарсько цінних об'єктів за рахунок відгодівлі їх малоцінними продуктами.

Згідно першого принципу відбувається новоутворення біологічної сировини, а другого - трансформація одного виду в інший з програванням в кількості і виграшем у якості. На практиці ці *два принципи* дуже часто виступають у поєднанні.

*Формами аквакультури* є :

• рибництво в озерах і водосховищах;

• ставкове рибництво;

• садкове й басейнове вирощування риб;

• устричні і мідієві господарства;

• культивування ракоподібних, водоростей та інших гідробіонтів.

***Ставкове рибництво*** - це історично найдавніша і більш детально розроблена форма аквакультури, при якій риборозведення здійснюється в штучно споруджених водоймах з постійним контролем за складом іхтіофауни. У ставки запускають молодь вирощуваних риб і контролюють процес їх росту. Їжею риб, з одного боку, є планктон і бентос, а з іншого - штучні корми, що вносяться до водойми.  Ставки облаштовують спускними, що дозволяє повністю відловлювати вирощувану рибу і полегшує догляд за водоймою.

***Для товарного вирощування в ставках*** використовують багаточисельні породи коропа, форель, товстолобик, тіляпії, буффало та інші. *Вирощування ведуть*:

1 - у монокультурі, коли ставки зариблюють молоддю одного виду;

2 - у полікультурі, за рахунок спільного утримання різних видів риб.

*За способом організації* розрізняють ставкові господарства:

• повносистемні

• не повносистемні.

У перших риба вирощується від ікринки до товарної продукції, в других - здійснюється тільки частина цього виробничого процесу: або вирощування посадкового матеріалу (риборозплідники), або вирощування товарної риби із завезеного посадкового матеріалу. У нашій країні більше поширені другі.

*За складом риб*, що вирощуються, ставкові господарства поділяються на:

• тепловодні (короп, товстолобик);

• холодноводі (форель).

У залежності від типу ставкового господарства, складу вирощуваної риби, кліматичної зони час, необхідний для отримання товарної продукції, неоднаковий. Так, в Україні в ставкових господарствах переважають 2-х річні оберти.

Процес вирощування товарної риби забезпечується використанням ставків різного типу. У відносно глибоких маточкових ставах містяться плідники вирощуваного виду риби і ремонтний молодняк, тобто особини, що залишені для поповнення стада плідників. Навесні плідників пересаджують у неглибокі нерестові стави, отримують від них статеві продукти, штучно запліднюють ікру і інкубують її в спеціальних апаратах. Личинок, що з'явилися, випускають у малькові стави. На зиму зрослу у мальковихставах молодь пересаджують у глибокі зимувальні стави і навесні використовують у якості посадкового матеріалу для зариблення нагульних ставів, де вирощуються до товарного стандарту.

***Рибопродуктивність*** ставів визначається тим, наскільки близькі до оптимальних абіотичні та біотичні параметри створюваних екосистем. З абіотичних факторів найсуттєвішими є температурний і кисневий режими, які в певній мірі контролюються конструкцією ставів і організацією їх водопостачання. З біологічних факторів найбільше значення має трофічний, включаючи хижаків, паразитів та харчових конкурентів.

Покращення трофічних умов найбільш ефективно досягається удобренням ставів. Внесення біогенів стимулює первинне продукування, посилюючи здатність екосистеми зв'язувати більшу кількість сонячної енергії і тим самим збільшувати її трофічний потенціал. Внесення органічних добрив уявляє собою введення до екосистеми вже зв'язаної енергії і в широкому екологічному плані менш перспективне, хоча в багатьох випадках дає високий господарський ефект.

ПИТАННЯ ДЛЯ САМОКОНТРОЛЮ

1. Що називають біопродукцією, біопродуктивністю та біологічними ресурсами?

2. В яких аспектах можна розглядати біопродуктивність водних екосистем?

3. Що собою уявляє первинна та вторинна біологічна продукція?

4. Яке значення має первинне продукування органічної речовини у водоймах?

5. Які Ви знаєте методи визначення величини первинної продукції? В чому їх суть?

6. Порівняйте темпи продукування біологічної продукції в океанах і морях та прісноводних водних об'єктах.

7. Поняття аквакультури. Принципи ведення аквакультури.

8. Організація ставкового рибництва в Україні.