



Модуль 2: Вплив аквакультури на навколишнє середовище з точки зору глобального потепління



Розминка

Обговорення :

- Які потенційні позитивні та негативні впливи аквакультури на навколишнє середовище?
- Як аквакультура впливає на зміну клімату та як ці зміни впливають на природні екосистеми?
- Як можна поєднати потребу у виробництві їжі за допомогою аквакультури зі збереженням природних екосистем в контексті зміни клімату?



Розминка - факти

- Аквакультура виробляє майже половину світових запасів риби: за даними ФАО, на аквакультуру припадає близько 46% світового виробництва риби, і очікується, що до 2030 року ця цифра зросте до 53%.
- Розведення водоростей в аквакультурі не тільки забезпечує стале джерело їжі, але й поглинає вуглекислий газ з атмосфери, допомагаючи боротися зі зміною клімату.
- Погано керована аквакультура може призвести до знищення середовищ існування, таких як мангрові ліси, які мають вирішальне значення для зберігання вуглецю та збереження біорізноманіття.

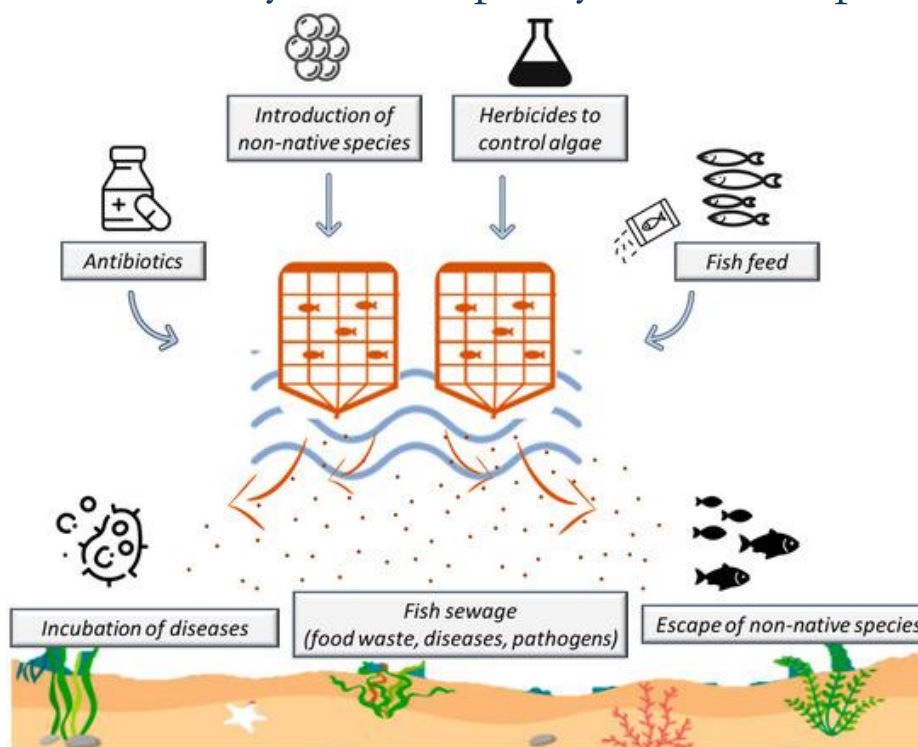


Вступ – Ключові визначення

- **Анаеробні умови:** Це середовища, де мало або зовсім немає кисню, як-от дно ставків або заболочені території. У таких умовах органічний матеріал руйнується по-різному, часто вивільняючи гази, такі як метан.
- **Біорізноманіття:** Це відноситься до різноманітності життя на території, включаючи рослини, тварин і мікроорганізми. Біорізноманіття має важливе значення для здорових екосистем, оскільки кожен вид відіграє певну роль у підтримці балансу.
- **Вуглецевий слід:** Загальна кількість парникових газів (таких як вуглекислий газ і метан), утворених діяльністю людини, як-от керування автомобілем, виробництво продуктів харчування або промисловість, що сприяє зміні клімату.
- **Евтрофікація:** Процес, під час якого водойми, такі як озера чи річки, отримують занадто багато поживних речовин (наприклад, азоту та фосфору). Це спричиняє надмірний ріст водоростей, які можуть блокувати сонячне світло та зменшувати кисень, завдаючи шкоди водним мешканцям.
- **Коефіцієнт конверсії корму (FCR):** Міра ефективності тварини в перетворенні маси корму в масу тіла, яка використовується як показник в аквакультурі.
- **Парникові гази (ПГ):** Такі гази, як вуглекислий газ, метан і закис азоту, які затримують тепло в атмосфері та сприяють глобальному потеплінню.

Вступ

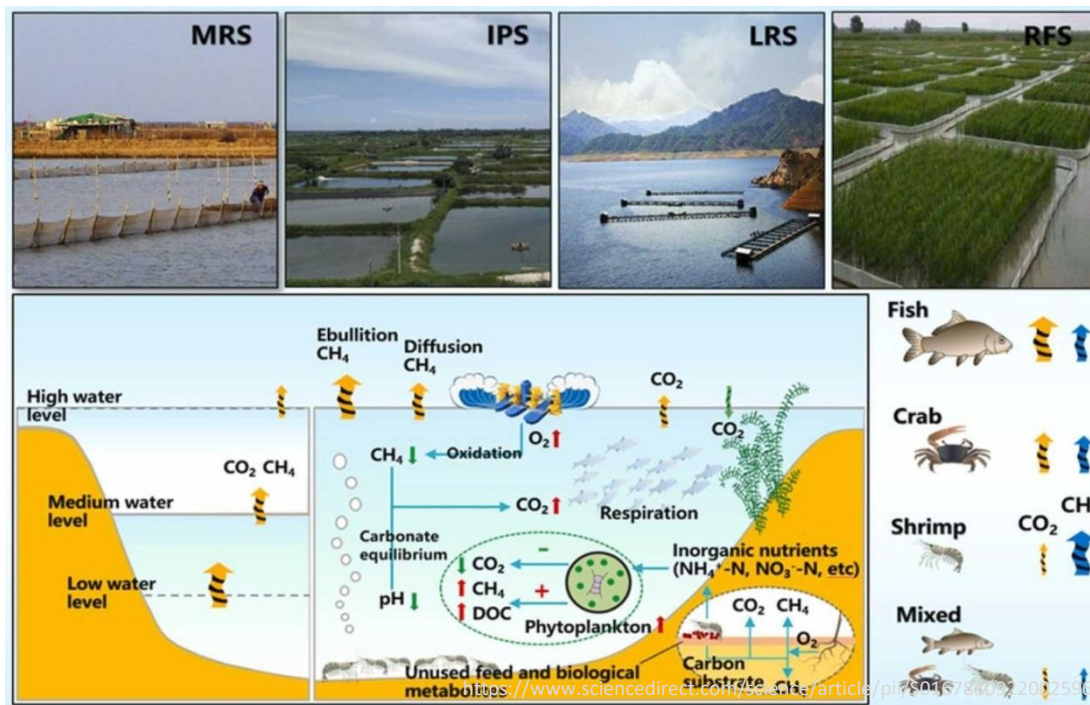
- Аквакультура має вирішальне значення для глобальної продовольчої безпеки, але вона значно впливає на навколишнє середовище через викиди парникових газів, руйнування середовища проживання та виснаження ресурсів. Основними факторами, що вносять вуглецевий слід, є енергоємна діяльність, зміни у землекористуванні та виробництво кормів, яке часто залежить



<https://www.mdpi.com/1996-1073/15/21/8197>



- Найбільший вплив аквакультури на навколишнє середовище походить від виробництва кормів, на яке припадає до 90% викидів парникових газів і потребує значної кількості землі, води та енергії. Щоб забезпечити довгострокову стійкість, вкрай важливо прийняти стійкі практики у виробництві кормів, споживанні енергії та утилізації відходів, збалансовуючи зростання галузі з екологічною відповідальністю.

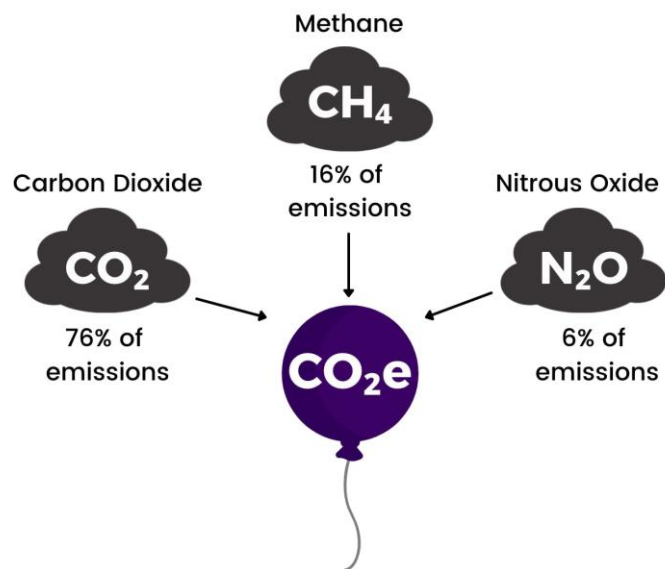




Частина 1. Викиди парникових газів



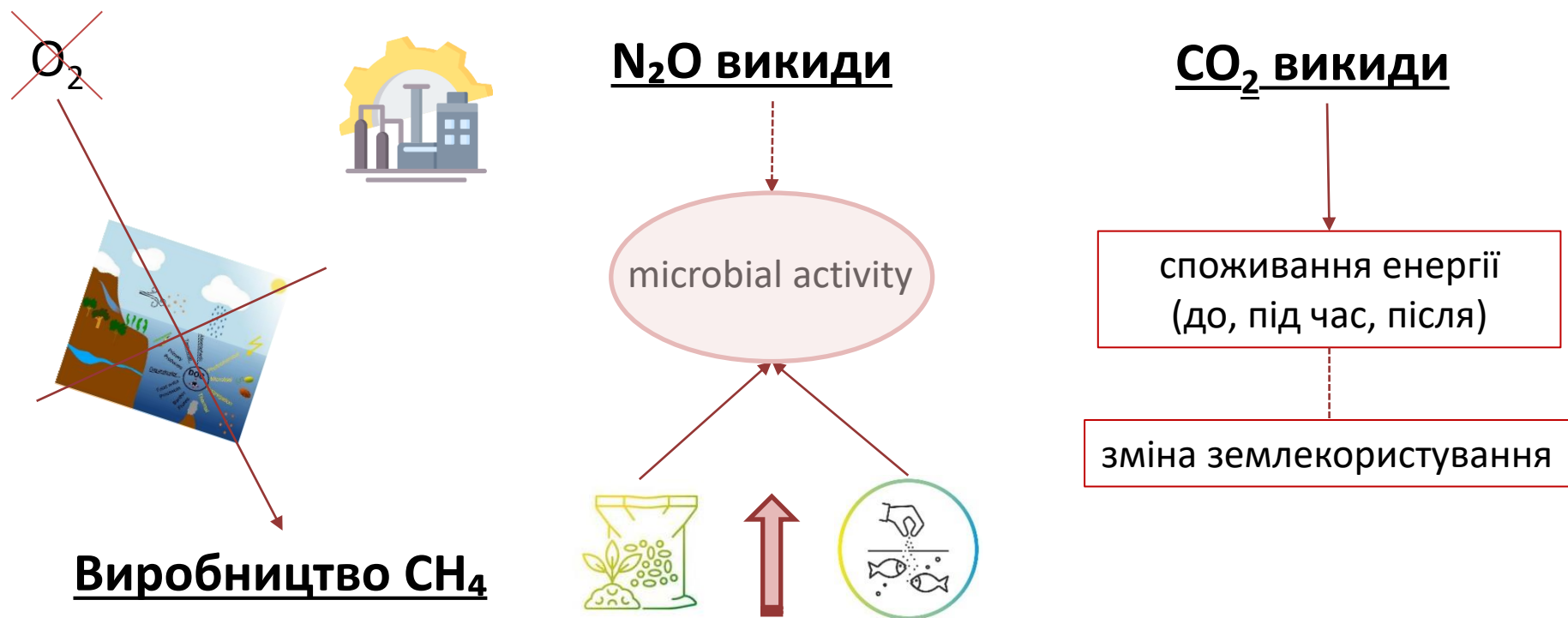
- Викиди парникових газів, включаючи CO_2 , CH_4 , N_2O та фторовані гази, затримують тепло в атмосфері Землі, спричиняючи зміну клімату.
- Хоча CO_2 широко визнано, CH_4 є дуже потужним парниковим газом, діяльність людини, така як вирубка лісів, видобуток корисних копалин і сільське господарство, значно збільшує його викиди.
- Після промислової революції швидка індустріалізація, урбанізація та виробництво енергії призвели до рекордно високих рівнів парникових газів, зміни погодних умов, підвищення рівня моря та загрози біорізноманіттю.

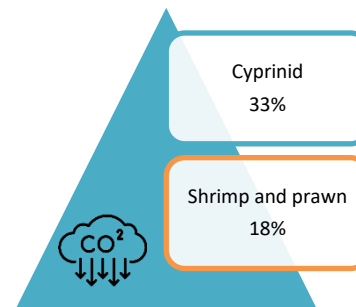
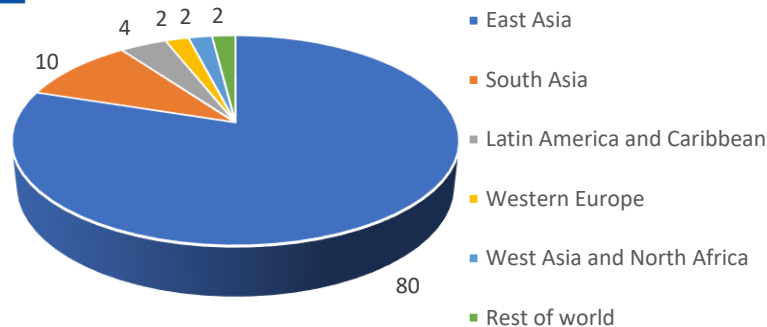


<https://blog.climes.io/learning-centre/the-role-of-carbon/>

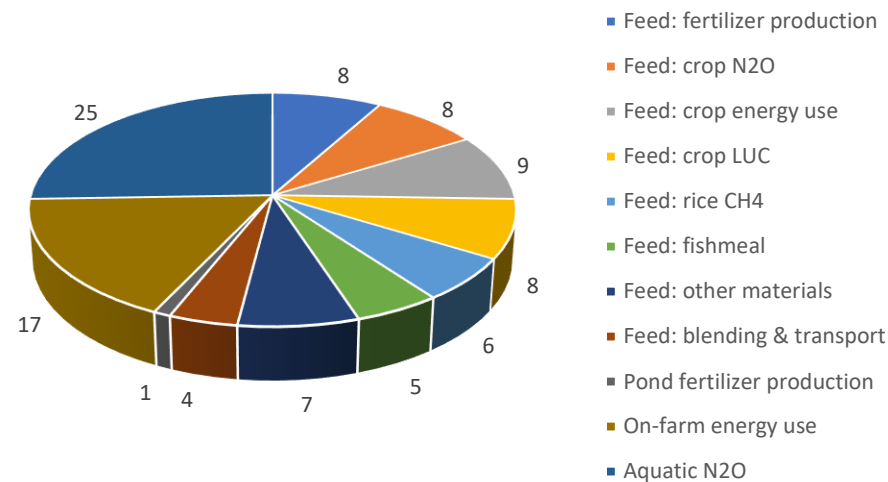
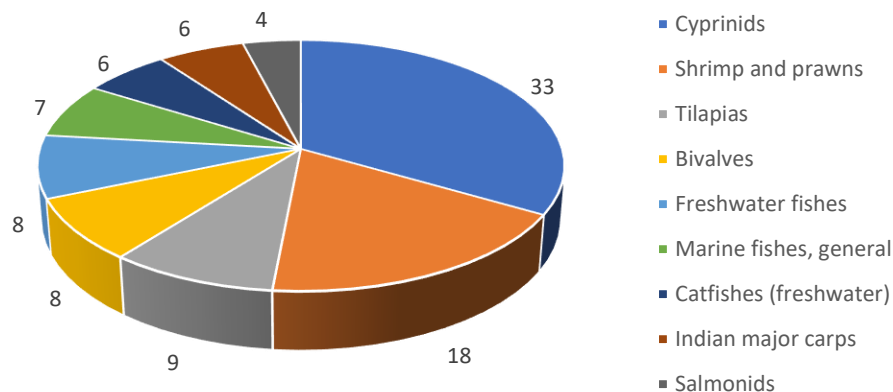


- Розширення аквакультури також несе з собою екологічні проблеми, включаючи викиди парникових газів (ПГ), головним чином оксиду азоту (N_2O), метану (CH_4) і вуглекислого газу (CO_2), від кормів, сільськогосподарського споживання енергії, добрив і метаболізму тварин





Відсоткова частка загальних викидів ПГ за регіонами



Відсоткова частка викидів ПГ за категоріями джерел

Відсоткова частка загальних викидів парникових газів за групами видів



Проблеми, політики та інфраструктури, характерні для країни або Європи, пов'язані з модулем

- Як аквакультура сприяє викидам парникових газів і що можна зробити, щоб зменшити цей негативний вплив на навколишнє середовище?
- У Хорватії викиди парникових газів від аквакультури в основному зумовлені виробництвом і транспортуванням імпортованих рибних кормів, що включає енергоємні процеси. Місцево, дрібна пелагічна риба, така як сардини та анчоуси, виловлюється в Адріатичному морі та використовується як корм. Хоча це зменшує залежність від імпортованих кормів, це також викликає занепокоєння щодо надмірного вилову риби, який може порушити морську екосистему Адріатики та вплинути на біорізноманіття.
- Щоб вирішити ці проблеми, важливо розвивати практику сталого рибальства та досліджувати інноваційні методи виробництва кормів, які зменшують вплив на навколишнє середовище, зберігаючи при цьому баланс морських екосистем.



Частина 2. Використання енергії



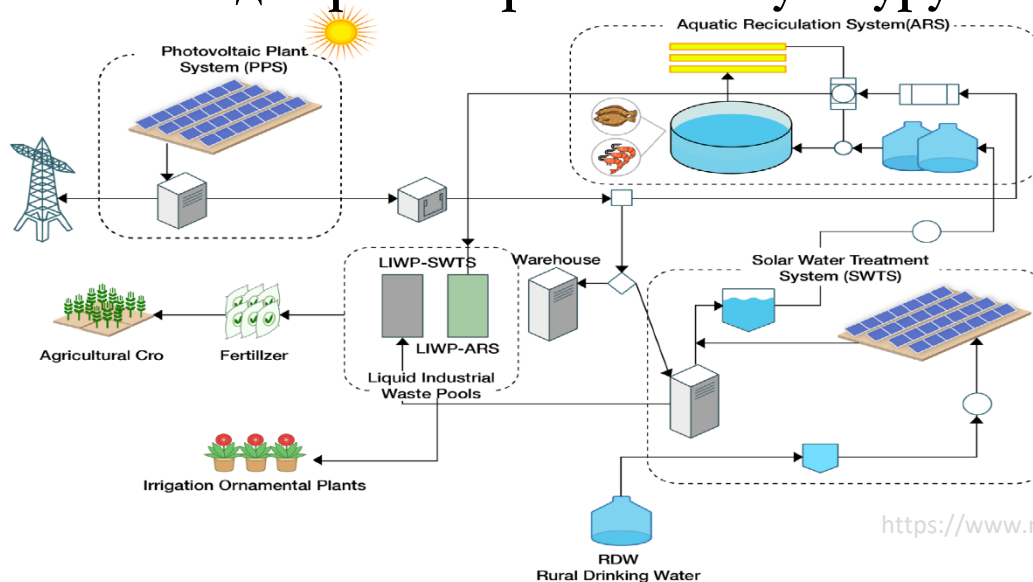
- Операції аквакультури дуже енергоємні, із значними потребами в енергії для таких процесів, як циркуляція води, аерація, регулювання температури та системи живлення. Вуглецевий слід цих операцій безпосередньо залежить від використовуваних джерел енергії, особливо в регіонах, які залежать від викопного палива для виробництва електроенергії, що сприяє викидам парникових газів.

Аквакультурні операції	Енергетичні вимоги
Інкубаторії та розплідники	Контроль температури, освітлення та циркуляції води.
Системи ставків і баків	Аерація, відкачування та фільтрація
Рециркуляційні системи аквакультури (RAS)	Водопідготовка і регулювання температури
Кліткові та офшорні системи	Човновий транспорт, системи годівлі та збирання врожаю
Виробництво та переробка кормів	Видобуток, виробництво та транспортування енергоємних інгредієнтів

- Споживання енергії різниться на різних етапах аквакультури, включаючи інкубаторії, ставкові системи та рециркуляційні системи аквакультури (RAS), причому використання енергії є вирішальним фактором у підтримці оптимальних умов для видів, що вирощуються

Джерела енергії	Використані
Викопне паливо (дизельне паливо, вугілля, природний газ)	Генератори, транспорт, виробничі потужності.
Електрика	В основному з невідновлюваних джерел живлення водяних насосів, систем аерації та охолодження.

Інтеграція відновлюваних джерел енергії в аквакультуру





Частина 3. Зміна землекористування та перетворення середовища існування

- Втрата або деградація середовищ існування, зокрема прибережних середовищ існування, таких як системи мангрових заростей та інші водно-болотні угіддя (луки морської трави, солончаки, прибережні лагуни, естуарії) є одним із основних несприятливих впливів аквакультури.
- Дослідження, проведені на морських кліткових фермах на узбережжі Середземного моря, показали знищення/деградацію лугів *Posidonia oceanica* внаслідок високого вмісту органіки та поживних речовин у рибницькій діяльності.



- A) морські луки
- B) мангрові ліси
- C) солончаки
- D) морські трави

РОЗШИРЕННЯ ВНУТРІШНЬОЇ АКВАКУЛЬТУРИ

- зміни у землекористуванні
- екологічна шкода

РОЗШИРЕННЯ АКВАКУЛЬТУРИ

- фрагментація ареалу

ФРАГМЕНТАЦІЯ

- зменшення популяції
- втрата біорізноманіття

Порушує екологічний зв'язок

Мігрувати
Відтворювати
годувати

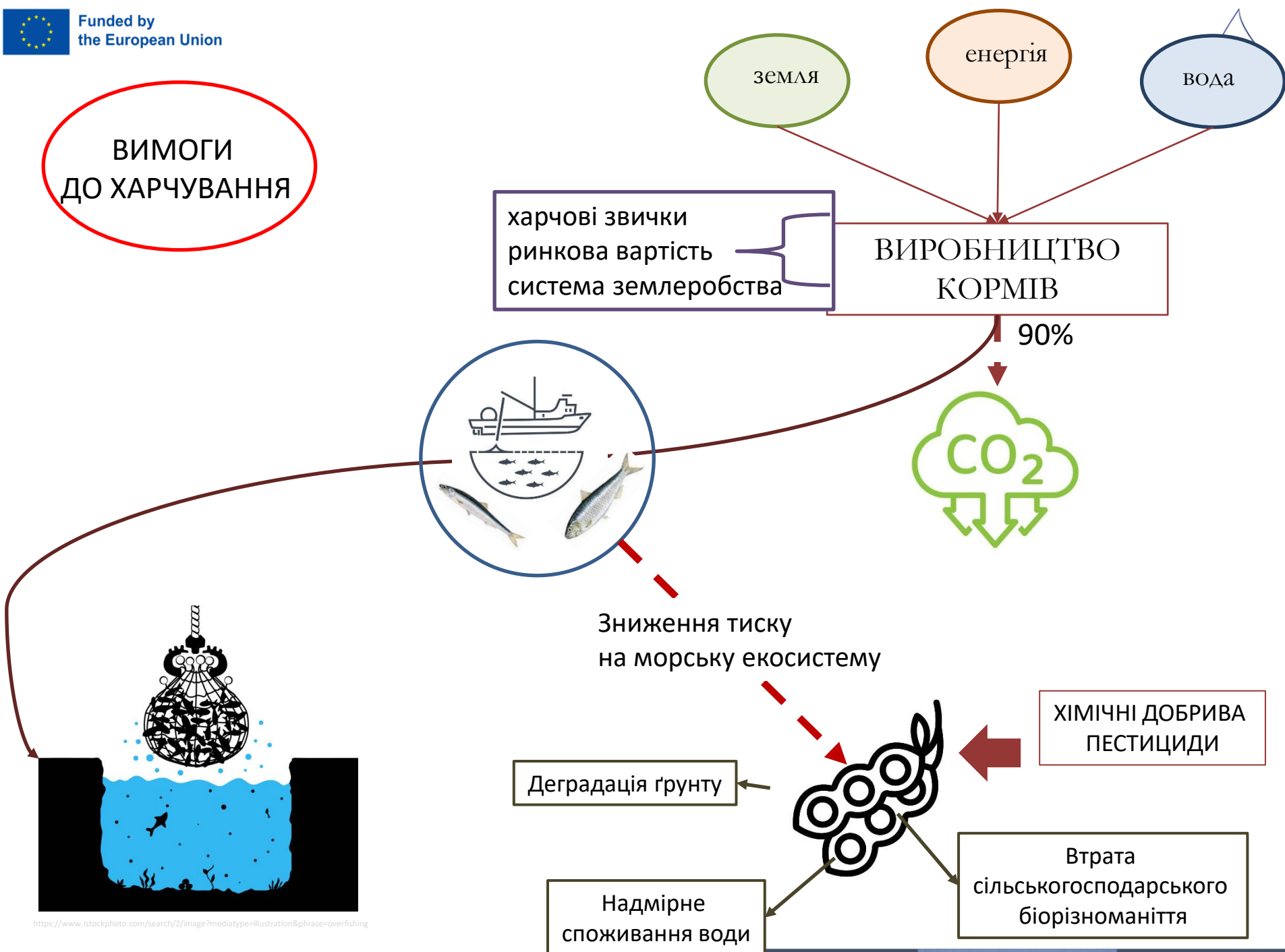
Дестабілізація екосистем



Частина 4. Виробництво кормів та використання ресурсів



ВИМОГИ ДО ХАРЧУВАННЯ





Частина 5. Відходи



- Об'єкти аквакультури можуть генерувати значну кількість відходів/стоків, що містять різноманітні речовини, такі як тверді частинки (переважно з нез'їденого корму та фекалій), розчинені продукти метаболізму (із виділення через зябра та нирки) та різні форми хімічних речовин (наприклад, терапевтичні засоби, добрива, важкі метали), з небажаними наслідками для навколишнього середовища.
- Вплив на навколишнє середовище, спричинений твердими частинками та розчиненими органічними та неорганічними матеріалами, є особливо важливим, оскільки ці сполуки потрапляють у навколишнє середовище безпосередньо та впливають як на водну товщу, так і на осад.
- Ступінь цих впливів залежить головним чином від розташування ферми, виду тварин, типу культури, щільності поголів'я, перетравності корму та інших факторів господарства, таких як методи годівлі та стан захворювання.



Чинник	Тиск	Стан	Вплив	Відповідь
Розведення риби	Збільшення потоків поживних речовин	Підвищення концентрації поживних і органічних речовин	Збільшення біомаси фітопланктону/евтрофікація	Вирощування морських водоростей для видалення надлишку поживних речовин
	Збільшення потоків органічної речовини Зниження рівня кисню та кисню	Зниження рівня кисню. Накопичення органічних речовин в осадових відкладеннях	Вища смертність бентосних організмів/зменшення різноманітності бентосу	Нижня аерація
	Збільшені сили опору	Зменшення протікання та збільшення часу перебування	Підвищене відкладення осаду	Перерозподіл в області більш інтенсивної гідродинаміки
	Вивільнення ксенобіотиків	Біоконцентрація	Підвищена смертність нецільових видів	Менш інтенсивне землеробство для зменшення поширення хвороб



ЗАБРУДНЕННЯ ПОЖИВНИМИ РЕЧОВИНАМИ

Надходження неорганічних сполук (наприклад, аміаку, нітратів, нітритів і фосфатів) через розпад органічної речовини, виділення тварин і удобрення ставків також може мати потенційно небезпечний вплив на навколишнє середовище.



шкідливе цвітіння
водоростей

ХІМІЧНЕ ЗАБРУДНЕННЯ

Використання антибіотиків та інших хімічних речовин в аквакультурі для запобігання захворюванням може призвести до потрапляння залишків у навколишнє середовище. Ці речовини можуть порушити місцеві екосистеми та сприяти розвитку бактерій, стійких до антибіотиків

- **кормові добавки** (вітаміни, пігменти, мінерали та гормони)
- **дезінфікуючі засоби** (білила, малахітова зелень) і **пестициди** (молюскоциди та песцициди)
- **вапнування матеріалів**
- **метали** (засоби проти забруднень)
- **ветеринарні препарати** (антибіотики, анестетики, засоби від паразитів і вакцини)

- стійкі до антибіотиків
- бактерійтоксичний вплив на спільноти мікроорганізмів
- накопичується в осадових відкладеннях, водних поверхнях, підземних водах
- залишкові антибіотики в рибі та інших продуктах аквакультури – ризик для здоров'я людини



Який екологічний, кліматичний та соціально-економічний вплив політики та інфраструктури країни, що сприяють (тема модуля)

ДИСКУСІЙНА ДІЯЛЬНІСТЬ



Представте робочі аркуші із запитаннями, на які потрібно відповісти

КЕЙС-СТАДІ ДІЯЛЬНІСТЬ



Як вміст цього модуля може сприяти:





Ідеї діяльності:

1. Як команда, дослідить, як можна зменшити викиди від аквакультури, і представте результати групі.
2. У групах проаналізуйте вплив надмірного вилову риби на екосистеми, використовуючи приклади або результати досліджень.
3. У групах по двоє обговоріть переваги та недоліки вітчизняних та імпортованих кормів і поділіться висновками з іншими.
4. У групах по двоє складіть покроковий план сталого розвитку аквакультури та презентуйте його групі.

АКТИВНІСТЬ КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ



Майбутнє (назва модуля) аквакультура

ЧАСТИНА 6



Ідеї діяльності :

- Знайдіть відео, які просто описують, як (назва модуля) може виглядати найближчим часом
- У групах проєктують суспільство, що функціонує за концепцією (назва модуля).

РОЛЬОВА ГРА/ ДОСЛІДНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ



Список літератури

- <https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-024-33397-5>
- <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/9df19f53-b931-4d04-acd3-58a71c6b1a5b/content/sofia/2022/adaptations-to-climate-crisis.html>
- <https://shoutlearning.org/aquaculture-and-environmental-protection-a-balance-between-development-and-preservation.html>
- Barbier, E.B., Hacker, S.D., Kennedy, Koch, E.W., Stier, A.C., Silliman, B.R. (2011). The Value of Estuarine and Coastal Ecosystem Services. Ecological Monographs, Vol. 81, No. 2, pp. 169-193.
- Chavez, J., et al. (2020). Effects of aquaculture on habitat fragmentation and ecosystem dynamics. Journal of Environmental Management, 92(3), 452-465.
- Fargione, J., Tilman, D., & Clark, M. (2023). Agricultural expansion and its impact on biodiversity: A global perspective. Nature Sustainability, 6(3), 182-190.
- MacLeod, M., Hasan, M.R., Robb, D.H.F. & Mamun-Ur-Rashid, M. 2019. Quantifying and mitigating greenhouse gas emissions from global aquaculture. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 626. Rome, FAO.
- Tacon, A. G. J., & Metian, M. (2009). "Aquaculture feed and the environment: A global perspective." Aquaculture, 292(1-2), 1-13.