



ВПЛИВ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ НА ХВОРОБИ В АКВАКУЛЬТУРІ ТА ЗАХИСНІ ЗАХОДИ



Розминка

Обговорення:

- Яке споживання продукції аквакультури у вашій країні, Європі, світі (кг/рік)?
- Яка частина всієї продукції аквакультури втрачається через хвороби?
- Які заходи можуть бути застосовані для мінімізації втрат продукції аквакультури через хвороби?



Розминка - факти

- Підраховано, що для того, щоб людство могло підтримувати споживання морепродуктів на поточному рівні, аквакультура повинна виробляти понад 80 мільйонів тонн (т) до 2030 року, щоб зберегти поточний рівень споживання на душу населення.
- Таким чином, менш ніж за півтора десятиліття аквакультура повинна буде виробляти додатково 30 млн т морепродуктів.
- Для цього, ймовірно, не вистачить землі або придатних морських акваторій, щоб це відбулося без масштабних порушень численних екосистем.
- Однак близько 40% всієї продукції аквакультури втрачається через хвороби, як це визначено нижче.
- Отже, просто усунувши або обмеживши вплив хвороб, людство могло б майже повністю задовольнити потреби в морепродуктах, не змінюючи жодних практик землекористування.

Source: Lucas et al. (2019)



Вступ



- Глобальне потепління має значні наслідки для здоров'я водних видів та управління хворобами в системах аквакультури. Взаємодія між підвищенням температури, зміною хімічного складу води та підвищенням рівня стресу створює складне середовище, до якого необхідно адаптувати традиційні методи управління хворобами.
- Академіки/викладачі, студенти коледжів та інші зацікавлені сторони отримають користь від проекту DiBluCa, оскільки він допоможе їм дізнатися більше про нові тенденції в освіті в галузі аквакультури в умовах глобального потепління, водного сліду, селекції, біотехнологій, вирощування, годівлі та боротьби з хворобами аквакультури.
- Проект DiBluCa запропонує новий спосіб боротьби з глобальним потеплінням, а також стане найкращим способом навчити людей в Європі про мінливі умови виробництва аквакультури, про безпечні та здорові продукти аквакультури.



Вступ



- Глобальне потепління створює значні виклики для аквакультури, змінюючи поширеність і тяжкість захворювань, що впливають на водні види.
- Цей модуль має на меті надати студентам всебічне розуміння цих викликів та озброїти їх навичками розробки та застосування захисних заходів.
- Студенти вивчатимуть зв'язок між зміною клімату, динамікою захворювань та захисними біотехнологічними інноваціями в аквакультурі, що підготує їх до подальшого навчання або кар'єри в галузі наук про навколишнє середовище та аквакультури.

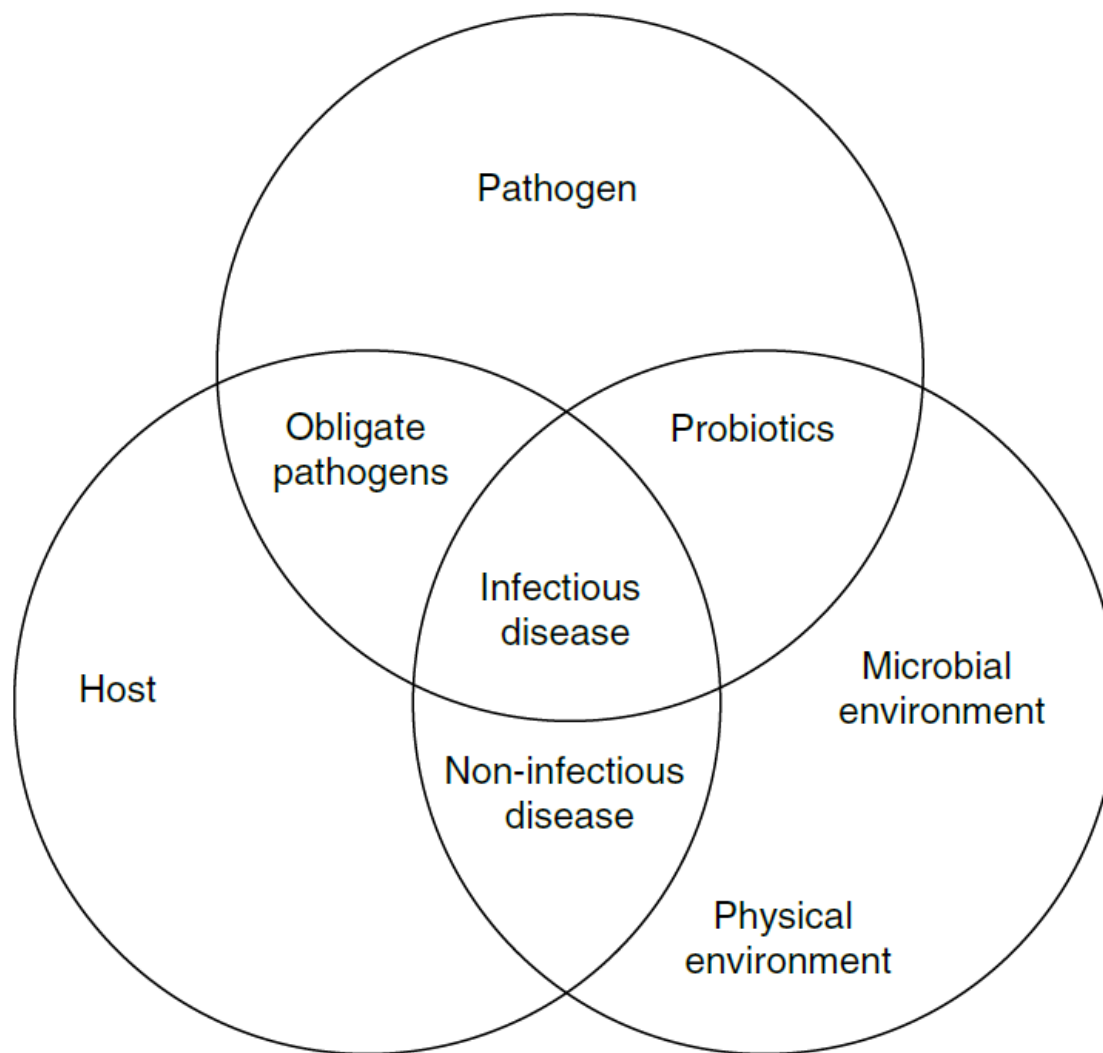


Частина 1. Поширені хвороби в аквакультурі та їх вплив на водні ВИДИ



Хвороба - це реакція організму на несприятливі фактори зовнішнього середовища. В результаті порушується нормальне функціонування організму і знижується здатність до адаптації. Водночас мобілізуються захисні функції організму.

Хвороби характеризуються певними клінічними явищами, симптомами, відповідними ушкодженнями структури тканин організму і розладами їх функцій.

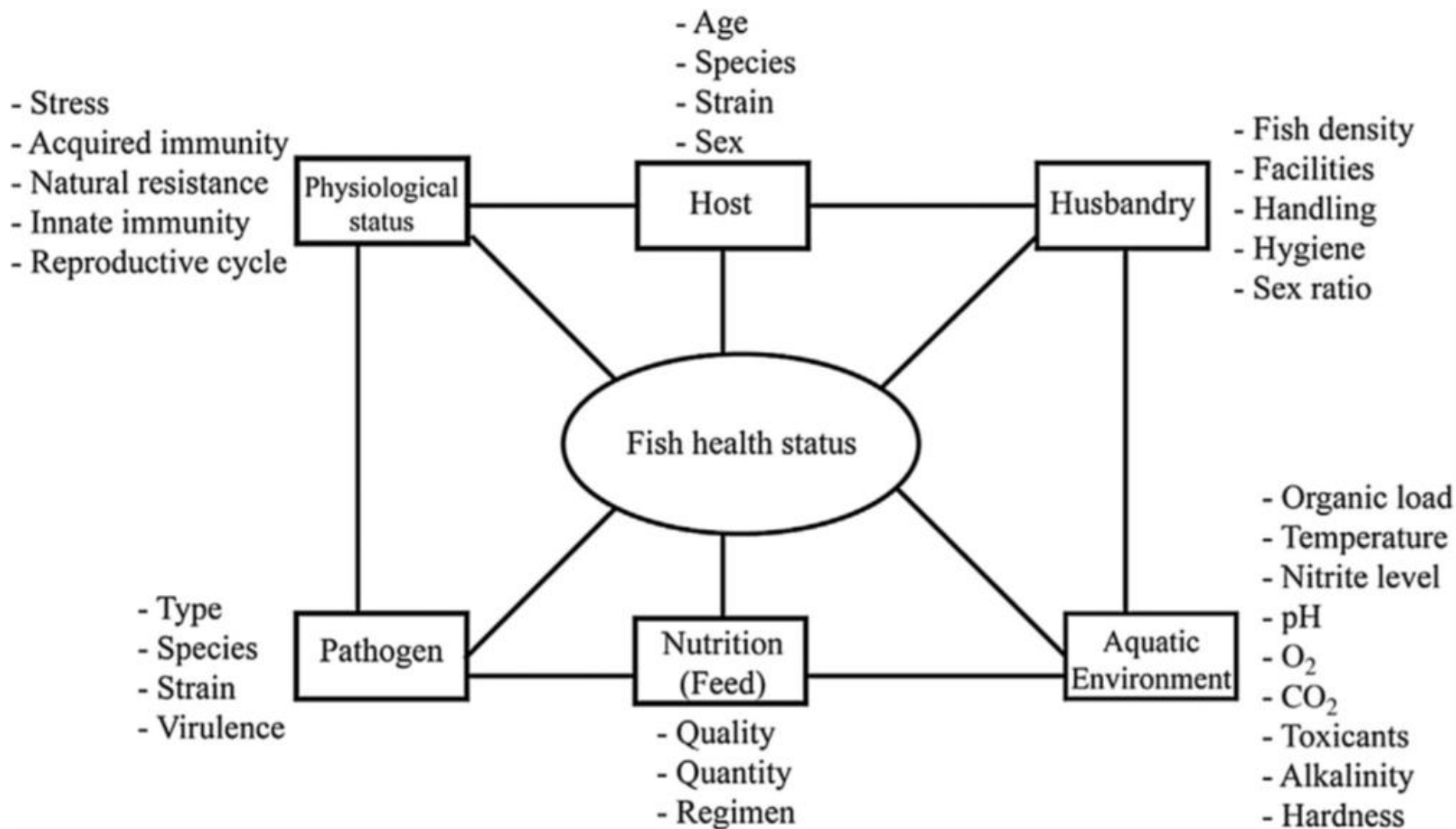


Модифікована трикільцева модель Снейзко, що відображає взаємодію між хазяїном, патогеном і навколишнім середовищем

Source: Lucas et al. (2019)



Фактори, що впливають на стан здоров'я риб



Source: Jeney, 2017.



Захворювання аквакультури



Неінфекційні захворювання пов'язані з якістю води (низький вміст розчиненого кисню, перенасиченість газами, баротравми, температурний стрес, стрес рН та токсичність аміаку, нітритів, нітратів, хлору, важких металів, сірководню, пестицидів тощо) або інші причини

(травма, екстенсивна міопатія, депігментація латеральної лінії, гіперплазія щитовидної залози, кісти мукометри та яєчників, затримка або зв'язування яйцеклітин, дистоція, катаракта, ліпідна кератопатія, дефіцит мікроелементів, чужорідні тіла шлунково-кишкового тракту та неоплазія).

Source: Clinical Guide to Fish Medicine, 2021.



Вірусні захворювання

- Більшість відомих вірусних патогенів риб належать до трьох родин:
 - Herpesviridae, Rhabdoviridae та Iridoviridae.
 - Наступні вірусні захворювання риб є найбільш небезпечними і підлягають повідомленню до МЕБ (Всесвітньої організації охорони здоров'я тварин), регіональних та національних організацій, відповідальних за хвороби тварин:
 - вірус герпесу кої
 - вірусна геморагічна септицемія
 - інфекційний гемопостичний некроз
 - **весняна віремія коропа**
 - епізоотичний гемопостичний некроз
 - іридовірус червоного морського ляща
 - інфекційна анемія лосося
 - альфавірус лососевих.

Source and more information: Clinical Guide to Fish Medicine, 2021.



Бактеріальні захворювання

- Більшість бактеріальних захворювань риб викликаються умовно-патогенними
- грамнегативними паличками (паличками).
- Повідомляється про деякі значні грампозитивні бактеріальні інфекції (наприклад, *Streptococcus* і *Renibacterium* spp.; *Mycobacterium* spp. також можуть забарвлюватися за Грамом).
- Захворюваність і смертність часто є вторинними по відношенню до стресових факторів.
- Найбільш поширені системні інфекції, хоча можуть спостерігатися і місцеві інфекції.
- Клінічні ознаки часто неспецифічні, і для остаточного діагнозу потрібні додаткові дослідження.
- Антибіотикотерапія повинна ґрунтуватися на результатах культурального дослідження та чутливості.

Source and more information: Clinical Guide to Fish Medicine, 2021.



Грибкові та грибово-подібні захворювання



Риби сприйнятливі до різноманітних грибкових та грибово-подібних захворювань. Найпоширенішими грибковими патогенами є ооміцети, екзофіали, фузарії, мікроспориди та мезоміцети.

Оомікотові (сапролегніоз)

Оомікоти, широко відомі як ооміцети або водні плісняви, - це грибово-подібні організми, які можуть вражати шкіру або зябра риб, риб'ячу ікру та будь-які речовини, що гниють.

Вони є поширеними умовно-патогенними мікроорганізмами прісноводних і солонуватих риб і становлять особливу проблему для сомів в аквакультурі.

Зараження часто є вторинним внаслідок травми або температурного стресу.

Типові ооміцети можна вилікувати за допомогою медичних та господарських заходів, хоча рецидиви є поширеним явищем.

Атипові ооміцети є більш інвазивними і призводять до важкого хронічного запалення.

Arhanomyces invadans - атиповий ооміцет, який може викликати сезонні епізоотії у диких і вирощуваних прісноводних і солонуватих риб.

Source and more information: Clinical Guide to Fish Medicine, 2021.



Протозойні, метазойні, міксозойні та кокцидіальні хвороби

- *Ichthyophthirius multifiliis* - вйчастий найпростіший ектопаразит, який вражає шкіру та зябра прісноводних кісткових риб. Захворювання часто називають прісноводним іхтіозом або білою плямистістю.
- Метазоа - багатоклітинні еукаріотичні організми. Моногенії - плоскі черви (сисуни), які є поширеними ектопаразитами риб. Капсаліди - великі, овальні, яйцесивородні моногенії. Вони вражають шкіру, очі та зябра морських риб. П'явки - гематофаги, метазойні паразити. Їх часто можна побачити на шкірі, плавниках.
- Міксозоїди є поширеними паразитами дикорослих риб та ставкової аквакультури. Більшість цих паразитів мають непрямий життєвий цикл, зазвичай за участю олігохети, поліхети або моховатки.

Source and more information: Clinical Guide to Fish Medicine, 2021.



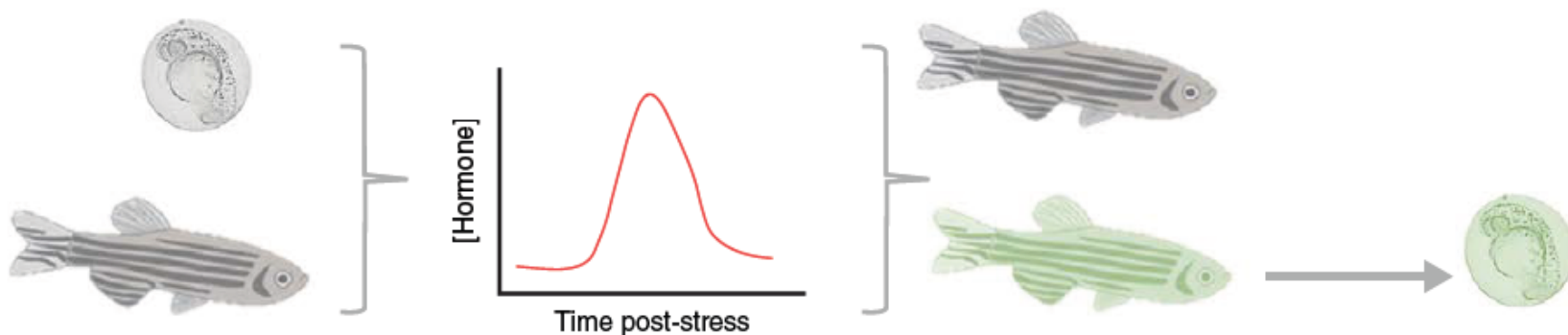
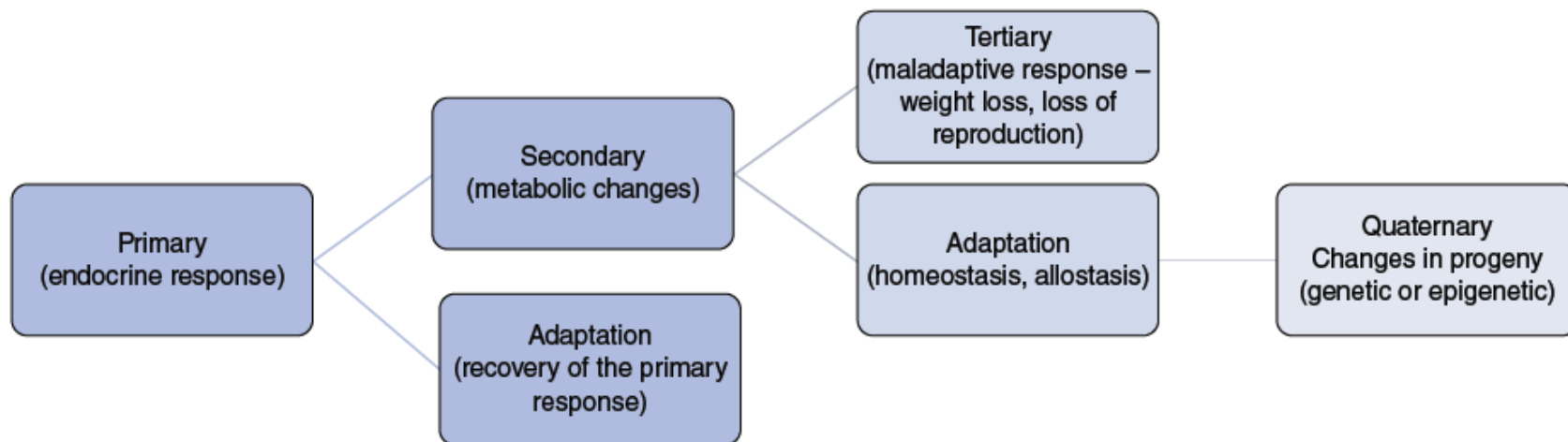
Шляхи поширення інфекційних захворювань у риб

- поширення хвороб через заражену рибу (транспортування, перенесення інфекції птахами тощо);
- поширення хвороб під час міграції риби;
- поширення хвороб через воду (проточна вода може просто механічно переносити збудників);
- поширення хвороб через ґрунт (наприклад, з мулом ставків, що використовується для добрива);
- поширення хвороб через заражені корми;
- поширення хвороб через заражений інвентар та знаряддя лову. У цьому випадку першими хворіють риби з пошкодженою шкірою.



Вплив екологічного стресу на стресову реакцію у риб

ENVIRONMENTAL STRESS
(temperature, oxygen, light)





Фактори, пов'язані зі зміною клімату, які сприяють виникненню захворювань

- Інтенсифікація. Масштабне виробництво одного виду тварин у виробничому середовищі потребує:
- швидкого реагування на відмову тварин від корму, ознаки хвороби та смертності;
- спроможності ізолювати уражених тварин від неуражених популяцій та ферм; і
- спроможності депопуляції уражених ділянок, де лікування є неможливим.
- Інтенсивне сільське господарство все частіше зазнає впливу екстремальних погодних умов, які викликають стрес у сільськогосподарських тварин і перешкоджають механізмам управління, наприклад, запобіганню втечі (руйнуванню систем утримання) та ізоляції хворих і стресованих тварин від неуражених тварин.
- .

Джерело: *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options, 2018.*



Фактори, пов'язані зі зміною клімату, які сприяють виникненню захворювань

- Видова та генетична диверсифікація. Видова та генетична диверсифікація За останні 30-40 років аквакультура розвивалася за допомогою видової диверсифікації (відбір видів, що демонструють найкращі виробничі результати в умовах фермерських господарств) та генетичних штамів, розроблених в експериментальних умовах для комерційного виробництва.
- Обидві методології відбору включають толерантність до хвороб (інфікування без вираженої значної смертності) та резистентність (здатність запобігати інфікуванню).
- Переваги селекції видів і штамів, однак, залежать від постійних параметрів навколишнього середовища у виробничій системі, тобто від відсутності значних змін умов виробництва. Якщо такі умови піддаються «екстремальним» впливам (температура, солоність, каламутність), відібрані види та/або штами можуть бути більш вразливими до високих втрат, ніж менш відібрані та більш генетично різноманітні запаси; особливо ті, що походять з району виробництва.

Джерело: *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options, 2018.*



Фактори, пов'язані зі зміною клімату, які сприяють виникненню захворювань

- Експансія за межі природного географічного ареалу виду. Місцеві види, що використовуються в аквакультурі та демонструють високі показники виробництва, часто піддаються розширенню ферм на периферії або за межами свого природного географічного ареалу. Тварини можуть витримувати незначні сезонні зміни температури та/або солоності, але опиняються в невідповідному становищі, коли екстремальні умови впливають на нормальний репродуктивний цикл або цикл росту.
- Що стосується інтенсифікації, видової та генетичної диверсифікації, то там, де відбуваються такі зміни навколишнього середовища, стійкість до опортуністичних або первинних патогенних інфекцій може значно знизитись.

Source: *Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options*, 2018.



ДИСКУСІЙНА АКТИВНІСТЬ: ВПЛИВ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ НА ПОШИРЕНІСТЬ ТА ТЯЖКІСТЬ ХВОРОБ АКВАКУЛЬТУРИ

Яким є екологічний, кліматичний та соціально-економічний вплив згаданих у модулі питань на навколишнє середовище, клімат та економіку



Проблеми/політики/інфраструктури на рівні країни/Європи, пов'язані з модулем

- Спочатку поставте запитання класу, щоб вони мали можливість продемонструвати свої знання
- Чому гине риба в риболовецьких ставках Литви, особливо навесні?
- Потім назвіть специфічні для вашої країни проблеми/політику/інфраструктуру та надайте інформацію про них на кількох слайдах
- У рибогосподарських ставках Литви домінує короп: короп є інвазійною рибою, чутливою до хвороб;
- Хвороби передаються з водою при перенесенні личинок коропа з одного господарства в інше;
- Нестача освіченого персоналу;
- Обмежений перелік профілактичних заходів та засобів лікування.



Частина 2. Захисні заходи та застосування біотехнологій для пом'якшення впливу хвороб



Управління здоров'ям риби

- Управління здоров'ям риби описує методи управління, спрямовані на запобігання захворюванням риби.
- Якщо риба захворіла, її важко врятувати. Успішне управління здоров'ям риби починається з профілактики, а не лікування.
- Належне управління якістю води, харчування та санітарія запобігають хворобам риби. Без цього неможливо запобігти спалахам опортуністичних захворювань.
- Риба постійно купається в потенційних патогенах, включаючи бактерії, грибки та паразитів. Погана якість води, погане харчування або пригнічення імунної системи, як правило, пов'язане зі стресовими станами, дозволяють цим потенційним патогенам

Source: (Parker, R. (2011).



Філософія контролю над хворобами

- Контроль захворювань в аквакультурі зазвичай намагаються здійснювати, виходячи з припущення, що відсутність патогенних мікроорганізмів є бажаним станом.
- Однак шанси розпочати аквакультурне підприємство без будь-яких потенційних патогенів у системі дуже малі, і виникає питання, чи є економічно ефективним досягнення стану, вільного від патогенів. Ця стратегія «повного усунення патогенів» є класичним підходом до контролю захворювань: патогеноцентричним підходом.

Source: Lucas et al. (2019)



Зменшення та управління ризиками хвороб водних тварин, що впливають на продовольчу безпеку

Управління ризиками хвороб водних тварин можна здійснювати на різних рівнях і різними способами:

Попередження: зменшення ймовірності виникнення ризику;

Пом'якшення: зменшення впливу ризикованої події, коли все інше не спрацювало;

Подолання: зменшення впливу ризикової події, що вже відбулася.

Джерело: (Holzmann, 2001), Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options, 2018.

The Digital Blue Carrier for a Post-Carbon Future - Curriculum Innovations in Aquaculture [DiBluCa]"

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247



Методи управління загальними захворюваннями

Найважливішим фактором переміщення та занесення патогенів на ферми, та й взагалі в будь-якому географічному масштабі, є переміщення тварин. Це включає в себе зокрема, живий племінний молодняк живі личинкові форми для зариблення живих альтернативних хазяїв; заморожені туші для споживання людиною; корми для аквакультури; і наживка.

Source: Lucas et al. (2019)



Генна інженерія, селекція за допомогою маркерів та CRISPR



- Біотехнології, включаючи контроль статі, поліплоїдизацію, гіногенез та андрогенез, відіграли важливу роль у підвищенні продуктивності аквакультури.
- Генетичне поліпшення за допомогою селекції стало ключем до буму світової аквакультури.
- Поєднання молекулярних технологій з існуючими селекційними програмами значно прискорило генетичне поліпшення деяких видів аквакультури.
- Селекція за допомогою маркерів (MAS) вже застосовується для підвищення стійкості до хвороб (наприклад, стійкості до IPN у лосося).
- Геномна селекція (ГС) - це новий підхід молекулярної селекції. ГС використовує багато маркерів як предикторів продуктивності і, отже, забезпечує більш точні прогнози селекційних цінностей.
- Редагування геному (GE) з використанням CRISPR/Cas здатне прискорити генетичне поліпшення видів аквакультури, коли відомі гени, які підлягають редагуванню.

Source: Yue & Shen, 2021.

1. Closing reproductive cycle
2. Species diversification
3. Live and formulated feeds
4. Selective breeding
5. Disease management
6. Water management
7. Molecular parentage
8. Polyploidy production
9. Sex control
10. Marker-assisted selection



A. Technologies applied to aquaculture B. Important components in aquaculture

Технології, що застосовуються в аквакультурі, призводять до швидкого зростання виробництва аквакультури

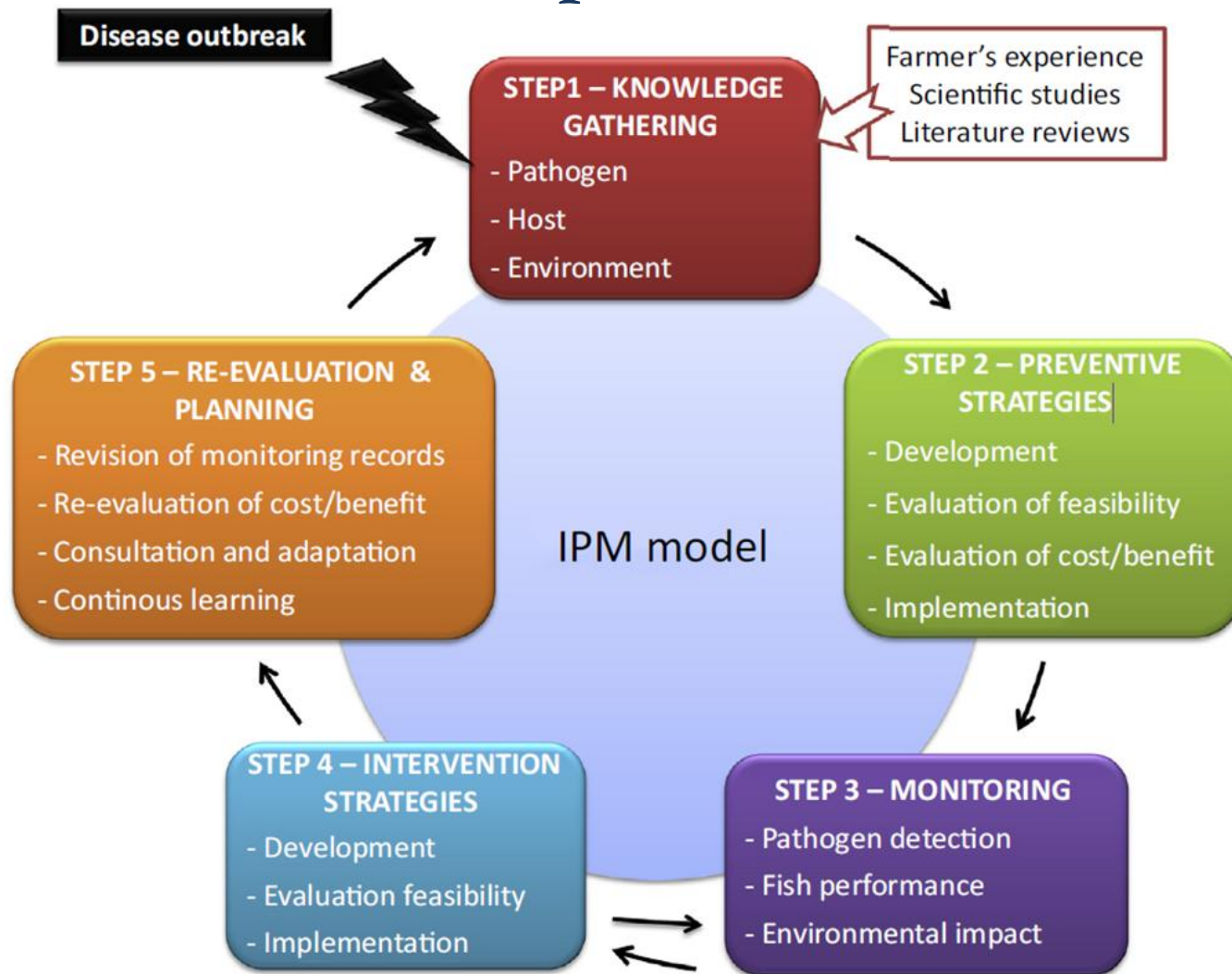
Source: Yue & Shen, 2021.

The Digital Blue Carrier for a Post-Carbon Future - Curriculum Innovations in Aquaculture [DiBluCa]"

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247



Процес розробки стратегії інтегрованого управління патогенами (ІУП) для хвороб риби





Вплив глобального потепління на правильний вибір місця для будівництва

- Залежно від типу системи вирощування та виду, що культивується, правильний вибір місця може значно знизити ризик передачі захворювань.
- Відповідні ділянки забезпечують умови навколишнього середовища (температура води, солоність тощо), які мінімізують фізіологічний стрес, тим самим знижуючи частоту і тяжкість інфекційних захворювань на об'єкті.
- Відповідні майданчики також зменшують ймовірність того, що природні явища (такі як повені, штормові припливи або великі морські хвилі) спричинять порушення біозахисту об'єкта, що може призвести до вивільнення патогенів або втечі інфікованої риби.
- У зв'язку з глобальним потеплінням може знадобитися зміцнити існуючу структуру, підняти об'єкти, щоб запобігти пошкодженню від повеней, а також впровадити гнучкі та стійкі системи, розробити і підтримувати плани реагування на надзвичайні ситуації для вирішення проблем пошкодження інфраструктури, якості води та спалахів захворювань, спричинених екстремальними погодними умовами.

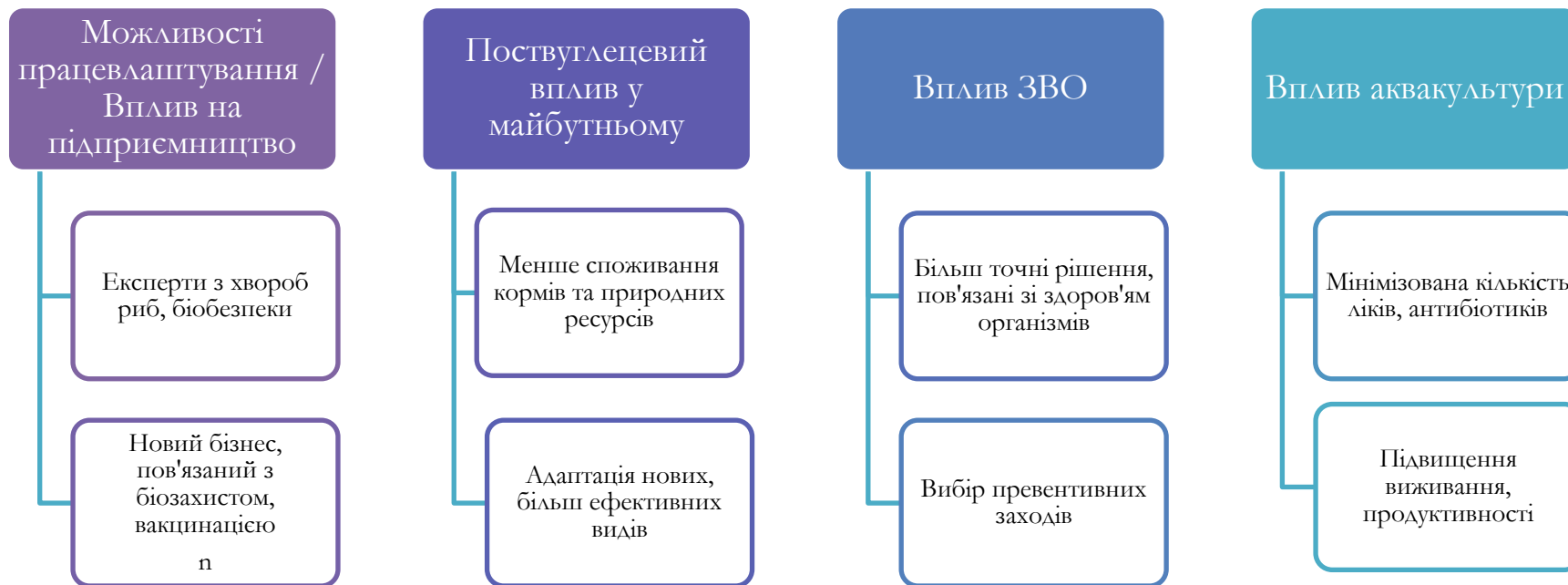


Роздайте учасникам аркуші з питаннями, на які потрібно відповісти

ДІЯЛЬНІСТЬ В РАМКАХ ТЕМАТИЧНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ



Як контент цього модуля може просувати:





Ідеї активностей:

1. Презентації в групах про випадки захворювань
2. Лабораторні експерименти з біотехнологічних методів
3. Оцінка заходів біобезпеки аквакультурного господарства.
3. Читання та обговорення біотехнологічних інновацій

РОЗВИТОК КРИТИЧНОГО МИСЛЕННЯ



Майбутній вплив глобального потепління на хвороби в аквакультурі та
захисні заходи

РОЗДІЛ 3



Майбутні дослідження та розробки

- Ключовим мегатрендом є прискорення технологічних змін, особливо біотехнологій, нанотехнологій та інформаційно-комп'ютерних технологій.
- Розвиток «Інтернету речей» підтримуватиметься розробкою датчиків, автоматизації, автономних машин, дронів і підводних апаратів.
- Цифрові та роботизовані технології все більше доповнюватимуть або замінюватимуть працівників
- Ключовими сферами для інновацій є корми, генетичне вдосконалення, контроль хвороб, насінництво та системи вирощування.
- Інтенсивна співпраця з дослідниками та установами для вивчення нових технологій, стійких до хвороб штамів та адаптивних методів управління має стати способом мінімізації впливу глобального потепління та ефективних методів управління хворобами.



Ідеї для діяльності:

Знайдіть відео, які просто описують, як „Вплив глобального потепління на хвороби в аквакультурі та захисні заходи» можуть виглядати в найближчому майбутньому

У групах спроекуйте суспільство, що функціонує на основі концепції «Вплив глобального потепління на хвороби в аквакультурі та захисні заходи».

1. Груповий проект з розробки комплексного плану управління здоров'ям аквакультури
2. Дебати в класі щодо політичних заходів для підтримки сталих практик

РОЛЬОВА ГРА/ДОСЛІДНИЦЬКА ДІЯЛЬНІСТЬ

Λίτερατυπα

Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M.C.M., Cochrane, K.L., Funge-Smith, S. & Poulain, F., eds. 2018.

Fish viruses and bacteria: pathobiology and protection. (2017). In CABI eBooks.
<https://doi.org/10.1079/9781780647784.0000>

Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of current knowledge, adaptation and mitigation options. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 627. Rome, FAO. 628 pp.

Jeney, G. (2017). Fish diseases: Prevention and Control Strategies. Academic Press.

Lal, J., Vaishnav, A., Singh, S. K., Meena, D. K., Biswas, P., Mehta, N. K., & Lucas, J. S., Southgate, P. C., & Tucker, C. S. (2019). Aquaculture: Farming Aquatic Animals and Plants. John Wiley & Sons.

Noga, E. J. (2010). Fish disease: diagnosis and treatment. John Wiley & Sons.

Parker, R. (2011). Aquaculture Science. Delmar

Timmons, M. B., & Center, N. R. A. (2013). Recirculating Aquaculture.

Tucker, C. S., & Hargreaves, J. A. (Eds.). (2009). Environmental best management practices for aquaculture. John Wiley & Sons.

Woo, P. T., & Iwama, G. K. (Eds.). (2019). Climate change and non-infectious fish disorders. CABI.