



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

ВИБІР СИСТЕМ ПРОТИ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ В АКВАКУЛЬТУРІ

АВТОРИ

Assoc. prof. Dr. Dimitris Klaoudatos, University of Thessaly (UTH)

СТРУКТУРА РОЗРОБКИ ПРОГРАМИ МОДУЛЯ

МОДУЛЬ МОТИВАЦІЯ

Аквакультура стала одним із секторів виробництва продуктів харчування, що найшвидше розвивається у всьому світі, відіграючи вирішальну роль у задоволенні харчових потреб зростаючого населення. Однак ця життєво важлива галузь стикається з безпрецедентними проблемами через глобальне потепління та зміну клімату. Підвищення температури, підкислення океану, зміна солоності та розповсюдження патогенів фундаментально змінюють водні екосистеми, загрожуючи не лише економічній життєздатності аквакультури, але й глобальній продовольчій безпеці та зусиллям зі збереження біорізноманіття. Ці зміни в навколишньому середовищі вимагають інноваційних підходів до проектування та управління системою аквакультури, щоб забезпечити постійний внесок галузі у стале виробництво продуктів харчування.

Вплив зміни клімату на аквакультуру є багатограним і дедалі серйознішим. Тепловий стрес впливає на швидкість метаболізму, ріст і розмноження видів, що вирощуються, тоді як нагрівання води створює сприятливі умови для шкідливого цвітіння водоростей, яке знижує рівень кисню. Підкислення океану зменшує доступність карбонатних іонів, необхідних молюскам та іншим кальцифікуючим організмам для побудови раковин і скелетів, створюючи особливі проблеми для промисловості молюсків. Крім того, зміни в моделях солоності, викликані таненням крижаних шапок і зміною кількості опадів, порушують географічний розподіл видів аквакультури. Розповсюдження захворювань є ще однією критичною проблемою, оскільки високі температури прискорюють життєві цикли багатьох патогенів і паразитів, одночасно послаблюючи імунні системи водних організмів, що призводить до значних економічних втрат у всьому секторі.

Цей модуль зосереджений на розвитку знань і навичок, необхідних для вибору та впровадження кліматостійких систем аквакультури, які можуть протистояти цим викликам. Досліджуючи інноваційні підходи, такі як рециркуляційні системи аквакультури (RAS), інтегрована мультитрофічна аквакультура (ІМТА) і морська аквакультура, модуль надає комплексні стратегії для підвищення продуктивності, одночасно зменшуючи вплив на навколишнє середовище. Студенти отримають уявлення про критичні критерії для вибору системи, включаючи стійкість до температурних коливань, пом'якшення евтрофікації, боротьбу з патогенами, енергоефективність та адаптивність до змін солоності. Крім того, модуль розглядає важливі політичні та економічні міркування, необхідні для підтримки переходу галузі до більш стійких практик, озброюючи учасників цілісним розумінням, необхідним для внесення суттєвого внеску в майбутнє адаптивної до клімату аквакультури.

ДІАПАЗОН ЗАВДАНЬ

Наступні викладацькі та навчальні види діяльності можуть бути адаптовані та використані:



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

Аналіз прикладів

- **Аналіз у малих групах:** студенти аналізують практичні приклади діяльності аквакультури, на які впливає зміна клімату, визначаючи вразливі місця та пропонуючи стратегії адаптації.
- **Порівняльна оцінка:** порівняйте традиційні системи аквакультури з альтернативами, стійкими до клімату (RAS, ІМТА, офшорні) у конкретних географічних контекстах.
- **Аналіз несправностей:** Вивчення задокументованих несправностей систем аквакультури через вплив клімату та розробка запобіжних заходів.

Проекти технічного дизайну

- **Завдання проектування системи:** студенти проектують стійку до клімату систему аквакультури для певного виду та місця, враховуючи місцеві кліматичні прогнози.
- **Адаптивна модернізація:** розробка планів модернізації існуючих об'єктів аквакультури для підвищення стійкості до зміни клімату.
- **Оптимізація енергоефективності:** створіть стратегії для зменшення вуглецевого сліду RAS шляхом інтеграції відновлюваної енергії.

Виїзди на місця та практичний досвід

- **Відвідування місць:** Організація відвідувань місцевих об'єктів аквакультури, які впроваджують адаптивні до клімату технології.
- **Віртуальні тури:** організуйте віртуальні тури міжнародними зразковими об'єктами, коли фізичні відвідування неможливі.
- **Моніторинг:** Проведення моніторингу якості води на звичайних і стійких до клімату аквакультурних операціях для порівняльного аналізу.

Експертне залучення

- **Гостьові лекції:** запросіть практиків галузі, дослідників і політиків, щоб поділитися думками про стійку до клімату аквакультуру.
- **Панельні дискусії:** організуйте панелі за участю різних зацікавлених сторін, які обговорюють проблеми та можливості в адаптації аквакультури до зміни клімату.
- **Інтерв'ю:** студенти проводять структуровані інтерв'ю з професіоналами аквакультури про стратегії адаптації до клімату.

Аналіз та розробка політики

- **Розробка аналітичного запису:** Студенти створюють аналітичні записки, що відстоюють конкретні регуляторні заходи для підтримки стійкої до клімату аквакультури.
- **Аналіз нормативно-правової бази:** проаналізуйте існуючі правила аквакультури з точки зору стійкості до зміни клімату.
- **Картування зацікавлених сторін:** визначте ключові зацікавлені сторони в секторі аквакультури та їхню роль у сприянні кліматично стійким практикам.

Спільне вирішення проблем

- **Хакатон:** організуйте хакатон кліматично стійкої аквакультури, де міждисциплінарні команди розробляють інноваційні рішення.
- **Семінар із планування сценаріїв:** Проведіть семінари, на яких учні розробляють стратегії реагування на різні сценарії впливу на клімат.
- **Симуляція переговорів із зацікавленими сторонами:** рольові вправи, що імітують переговори між фермерами, регуляторами, споживачами та екологічними групами.

Огляд досліджень і літератури

- **Систематичний огляд літератури:** Студенти проводять огляди конкретних аспектів кліматостійких технологій аквакультури.



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

- **Розробка дослідницьких пропозицій:** розробка дослідницьких пропозицій, спрямованих на усунення виявлених прогалин у знаннях у кліматостійкій аквакультурі.
- **Сканування технологічного горизонту:** досліджуйте нові технології з потенційним застосуванням в адаптованій до клімату аквакультурі.

Комунікація та охоплення

- **Кампанія з підвищення обізнаності громадськості:** розробляйте кампанії, щоб поінформувати споживачів про важливість підтримки кліматично стійкої аквакультури.
- **Трансляція знань:** розробити спрощені посібники для дрібних фермерів щодо впровадження практик, стійких до зміни клімату.
- **Мультимедійне виробництво:** створюйте навчальні відео або подкасти, що пояснюють вплив клімату на аквакультуру та стратегії адаптації.

Діяльність з оцінювання

- **Матриця оцінки системи:** розробка критеріїв і систем підрахунку балів для оцінки кліматичної стійкості різних систем аквакультури.
- **Взаємоперевірка:** учні переглядають і надають відгуки про дизайн стійких до клімату систем один одного.
- **Розробка портфолію:** складіть портфолію стратегій адаптації до клімату для різних контекстів аквакультури.

РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Після успішного завершення цього модуля студенти зможуть:

Знання та розуміння

1. Пояснити основні наслідки зміни клімату для різних систем аквакультури, включаючи температурний стрес, підкислення океану, поширення хвороб і зміну солоності.
2. Визначити та описати ключові технології та підходи для стійкої до клімату аквакультури, включаючи рециркуляційні системи аквакультури (RAS), інтегровану багатотрофічну аквакультуру (IMTA) та морську аквакультуру.
3. Розуміти екологічні, економічні та соціальні виміри переходу до кліматично адаптованих систем аквакультури.
4. Визнати політичні рамки та регуляторні механізми, які можуть підтримувати впровадження стійких до клімату методів аквакультури.

Аналітичні та критичні навички

5. Оцінити відносні переваги та обмеження різних систем аквакультури з точки зору їх стійкості до конкретних впливів зміни клімату.
6. Аналіз економічної життєздатності та економічної ефективності впровадження кліматостійких технологій у різних контекстах і масштабах.
7. Критично оцінити існуючі операції аквакультури на вразливість до клімату та визначити відповідні стратегії адаптації.
8. Інтерпретувати наукові дані, пов'язані з впливом зміни клімату на водні екосистеми, і застосовувати ці знання для проектування системи аквакультури.

Практичні та професійні навички

9. Розробка стійких до клімату систем аквакультури, які вирішують специфічні екологічні проблеми для вибраних видів і місць.
10. Застосовувати відповідні методології для моніторингу та оцінки продуктивності систем аквакультури за мінливих умов середовища.



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

11. Розробити стратегії для інтеграції рішень у сфері відновлюваної енергії для зменшення вуглецевого сліду енергоємних систем аквакультури.
12. Сформулюйте протоколи біозахисту для управління підвищеними ризиками захворювань, пов'язаними зі зміною клімату.

Навички, які можна передавати

13. Ефективно передавати технічну інформацію про кліматостійку аквакультуру різноманітним зацікавленим сторонам, включаючи фермерів, політиків і споживачів.
14. Співпрацюйте з міждисциплінарними групами для розробки інтегрованих рішень для стійкої аквакультури в мінливому кліматі.
15. Використовуйте системне мислення для вирішення складних завдань на перетині виробництва продуктів харчування, екологічної стійкості та адаптації до клімату.
16. Розробити рекомендації, засновані на фактичних даних, щодо підвищення кліматичної стійкості діяльності аквакультури в різних масштабах.

ЗМІСТ МОДУЛЯ

Розділ 1: Вступ до зміни клімату та аквакультури

- 1.1 Глобальний сектор аквакультури: поточний стан і важливість для продовольчої безпеки
- 1.2 Наука про зміну клімату: ключові принципи та прогнози
- 1.3 Основний вплив зміни клімату на системи аквакультури
- 1.4 Основи оцінки вразливості для аквакультурних операцій
- 1.5 Вступ до концепцій стійкості в системах виробництва харчових продуктів

Розділ 2: Кліматичні виклики в аквакультурі

- 2.1 Тепловий стрес: вплив на метаболізм, ріст і розмноження
- 2.2 Підкислення океану: вплив на кальцифікуючі організми та ранні стадії життя
- 2.3 Евтрофікація та гіпоксія: причини, наслідки та тенденції
- 2.4 Розповсюдження захворювань: динаміка патогенів, зумовлена кліматом
- 2.5 Зрушення солоності: вплив на розподіл видів і фізіологію
- 2.6 Екстремальні погодні явища: операційні та інфраструктурні ризики

Розділ 3: Оцінювання

Критерії стійких до клімату систем

- 3.1 Показники стійкості та методології оцінки
- 3.2 Управління температурою та стратегії термостійкості
- 3.3 Управління якістю води в мінливих умовах
- 3.4 Контроль патогенів і біозахист у теплих середовищах
- 3.5 Енергоефективність і вуглецевий слід
- 3.6 Економічна життєздатність і оцінка ризиків при виборі системи

Розділ 4: Рециркуляційні системи аквакультури (RAS)

- 4.1 Принципи та компоненти RAS: системи водопідготовки, фільтрації та контролю
- 4.2 Переваги закритих систем у стійкості до зміни клімату
- 4.3 Вимоги до енергії та стратегії оптимізації
- 4.4 Управління якістю води в RAS в умовах кліматичного стресу
- 4.5 Вибір видів і продуктивність у RAS
- 4.6 Економічні міркування та проблеми масштабування

Розділ 5: Комплексна мультитрофічна аквакультура (ІМТА)

- 5.1 Екологічні принципи ІМТА: кругообіг поживних речовин і взаємодія видів
- 5.2 Розробка стійких до клімату систем ІМТА



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

- 5.3 Вибір видів і сумісність у мінливих середовищах
- 5.4 Управління поживними речовинами та пом'якшення евтрофікації
- 5.5 Економічна диверсифікація та зменшення ризиків через ІМТА
- 5.6 Тематичні дослідження успішного впровадження ІМТА

Розділ 6: Морська аквакультура та аквакультура OreOcean

- 6.1 Характеристики та переваги офшорних середовищ
- 6.2 Інженерні проблеми та вимоги до інфраструктури
- 6.3 Вибір видів для вирощування в морських умовах
- 6.4 Моніторинг і управління у віддалених місцях
- 6.5 Вплив на навколишнє середовище та взаємодія екосистем
- 6.6 Економічна доцільність та операційна логістика

Розділ 7: Нові технології та інноваційні підходи

- 7.1 Аквакультура морських водоростей як стратегія, стійка до зміни клімату
- 7.2 Розумні технології аквакультури: Інтернет речей, ІІІ та дистанційне зондування
- 7.3 Селективне розведення для ознак кліматичної стійкості
- 7.4 Технологія Biofloc та екосистемні підходи
- 7.5 Прецизійна аквакультура та управління на основі даних
- 7.6 Наземна аквапоніка та системи контролюваного середовища

Розділ 8: Енергетичні рішення для стійкої аквакультури

- 8.1 Енергетичні потреби різних систем аквакультури
- 8.2 Інтеграція відновлюваних джерел енергії: застосування сонячної, вітрової та гідроенергії
- 8.3 Рішення для виробництва енергії в аквакультурі
- 8.4 Зберігання енергії та стратегії незалежності від мережі
- 8.5 Рекуперація тепла та підвищення теплової ефективності
- 8.6 Оцінка вуглецевого сліду та стратегії зменшення

Розділ 9: Політика та економічні основи

- 9.1 Регуляторні підходи до підтримки стійкої до клімату аквакультури
- 9.2 Механізми стимулювання та фінансові інструменти
- 9.3 Схеми сертифікації та ринкові підходи
- 9.4 Страхування та механізми передачі ризику
- 9.5 Державно-приватне партнерство для інновацій та впровадження
- 9.6 Міжнародна співпраця та передача знань

Розділ 10: Впровадження та майбутні напрямки

- 10.1 Розробка планів адаптації для існуючої діяльності
- 10.2 Проблеми масштабування та рішення для малих виробників
- 10.3 Обізнаність споживачів і розвиток ринку
- 10.4 Прогалини в знаннях і пріоритети досліджень
- 10.5 Інтеграція стійкості до зміни клімату в освіту та навчання аквакультури
- 10.6 Майбутні сценарії та довгострокові стратегії сталого розвитку

МОДУЛЬ ВКЛЮЧАЄ

Модуль містить такі ключові розділи та теми:

1. Вступ:

- Огляд впливу глобального потепління на водні екосистеми та аквакультуру.
- Важливість впровадження стійких систем для вирішення таких проблем, як підвищення температури, виснаження кисню та зростання поширеності захворювань.



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

- Роль сталої практики аквакультури в пом'якшенні наслідків зміни клімату.

2. Вплив глобального потепління на системи аквакультури:

- Термічний стрес: вплив підвищення температури води на швидкість метаболізму, потребу в кисні та рівень смертності водних видів.
- Евтрофікація та гіпоксія: навантаження поживними речовинами, шкідливе цвітіння водоростей (BBV) і створення зон гіпоксичі.
- Розповсюдження захворювань: підвищені ризики патогенів і паразитів через підвищення температури.
- Підкислення океану: Зменшення доступності карбонатних іонів впливає на молюсків та інші кальцифікуючі організми.
- Зміни в солоності: зміни в рівнях солоності впливають на поширення та продуктивність видів аквакультури.

3. Основні критерії вибору системи:

- **Стійкість до температурних коливань:** важливість таких систем, як рециркуляційні системи аквакультури (RAS), для точного контролю температури.
- **Пом'якшення евтрофікації:** роль інтегрованої мультитрофічної аквакультури (ІМТА) в управлінні поживними речовинами.
- **Контроль патогенів:** передові стратегії контролю патогенів, включаючи системи біозахисту та УФ-стерилізацію.
- **Енергоефективність і зменшення викидів вуглецю:** інтеграція відновлюваних джерел енергії та ефективних технологій.
- **Пристосовуваність до коливань солоності:** віддавання пріоритету евригаліним видам і вибіркове розведення на толерантність до солоності.
- **Економічна життєздатність і масштабованість:** вирішення проблем з високими початковими витратами за допомогою механізмів розподілу витрат і ефекту масштабу

4. Інноваційні системи, що вирішують кліматичні виклики:

- **Офшорна аквакультура:** переваги стабільного глибоководного середовища.
- **Системи рециркуляції аквакультури (RAS):** точний контроль навколишнього середовища та зменшення споживання води.
- **Комплексна мультитрофічна аквакультура (ІМТА):** переробка поживних речовин і стабільність екосистеми.
- **Аквакультура морських водоростей:** переваги для навколишнього середовища та поглинання вуглецю.
- **Розумні технології аквакультури:** використання штучного інтелекту, Інтернету речей і дистанційного зондування для моніторингу в режимі реального часу та ефективності роботи.

5. Політика та економічні міркування:

- Регуляторна підтримка: державні стимули та політика для просування стійких технологій.
- Економічна доцільність: аналіз витрат і вигод і програми фінансової допомоги.
- Міжнародна співпраця: глобальні дослідницькі ініціативи та платформи для обміну знаннями.
- Динаміка ринку та обізнаність споживачів: роль схем сертифікації та споживчий попит на екологічно чисті морепродукти.
- Зменшення ризиків і механізми страхування: Страхові продукти та інструменти оцінки ризиків, пов'язаних із кліматом.



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

6. Висновок:

- о Резюме необхідності вибору стратегічної системи та сталої практики.
- о Акцент на важливості впровадження інноваційних систем, таких як RAS, ІМТА та офшорна аквакультура.
- о Заклик до комплексної політики, фінансових стимулів і міжнародної співпраці.
- о Важливість обізнаності споживачів і ринкового попиту на екологічно чисті морепродукти.
- о Майбутні пріоритети досліджень і розробок.

7. Література:

о Вичерпний перелік наукової та галузевої літератури, цитованої в цьому модулі.

Модуль містить детальний аналіз впливу зміни клімату на системи аквакультури та досліджує інноваційні рішення та стратегії для підвищення стійкості та стійкості в секторі..

РЕКОМЕНДОВАНА ТА/АБО ОBOB'ЯЗKOBA ПPOЧИТАHHЯ

Обов'язкова література::

1. Зміна клімату та аквакультура:

- о **Boyd, C. E., & McNevin, A. A. (2015).** *Aquaculture, Resource Use, and the Environment*. John Wiley & Sons.
 - Ця книга містить вичерпний огляд впливу аквакультури на навколишнє середовище та ролі управління ресурсами в сталому розвитку.
- о **Handisyde, N. T., Ross, L. G., Badjeck, M. C., & Allison, E. H. (2006).** *The Effects of Climate Change on World Aquaculture: A Global Perspective*. DFID, Stirling.
 - Детальний звіт про те, як зміна клімату впливає на глобальні системи аквакультури та потенційні стратегії адаптації.

2. Сталі системи аквакультури:

- о **Martins, C. I., et al. (2010).** *New Developments in Recirculating Aquaculture Systems in Europe: A Perspective on Environmental Sustainability*. Aquacultural Engineering, 43(3), 83-93.

Досліджує екологічні переваги та проблеми рециркуляційних систем аквакультури (RAS).

- о **Troell, M., et al. (2003).** *Integrated Mariculture: Asking the Right Questions*. Aquaculture, 226(1-4), 69-90.
 - Обговорює принципи та переваги інтегрованої мультитрофічної аквакультури (ІМТА).

3. Підкислення океану та його вплив:

- о **Cooley, S. R., et al. (2009).** *Ocean Acidification's Potential to Alter Global Seafood Supply*. Oceanography, 22(4), 172-181.
 - Вивчає вплив підкислення океану на молюсків та інші морські види, критичні для аквакультури.

4. Контроль хвороб і патогенів:

- о **Bondad-Reantaso, M. G., et al. (2005).** *Disease and Health Management in Asian Aquaculture*. Veterinary Parasitology, 132(3-4), 249-272.
 - Зосереджується на стратегіях управління хворобами в аквакультурі, особливо в контексті зміни клімату.

5. Політика та економічні міркування:



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

- **FAO. (2020).** *The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action*. Rome.
 - Надає глобальний огляд стану рибальства та аквакультури, включаючи політичні рекомендації щодо сталого розвитку.

Рекомендована література:

1. Інноваційні системи аквакультури:

- **Badiola, M., Mendiola, D., & Bostock, J. (2012).** *Recirculating Aquaculture Systems (RAS) Analysis: Main Issues on Management and Future Challenges*. *Aquacultural Engineering*, 51, 26-35.
 - Детальний аналіз RAS, включаючи його управління та майбутній потенціал.
- **Pereira, R., Yarish, C., & Critchley, A. T. (2024).** *Seaweed Aquaculture for Human Foods in Land-Based and IMTA Systems*. In *Applications of Seaweeds in Food and Nutrition* (pp. 77-99). Elsevier.
 - Досліджує роль аквакультури морських водоростей у сталому виробництві їжі та кругообігу поживних речовин.

2. Стійкість до зміни клімату та адаптація:

- **Froehlich, H. E., Gentry, R. R., & Halpern, B. S. (2018).** *Global Change in Marine Aquaculture Production Potential Under Climate Change*. *Nature Ecology & Evolution*, 2(11), 1745-1750.
 - Обговорює, як зміна клімату впливає на потенціал виробництва морської аквакультури в усьому світі.
- **Allison, E. H., et al. (2009).** *Vulnerability of National Economies to the Impacts of Climate Change on Fisheries*. *Fish and Fisheries*, 10(2), 173-196.
 - Вивчає економічну вразливість рибальства та аквакультури до зміни клімату.

3. Патогенний контроль і біозахист:

- **Aly, S. M., & Fathi, M. (2024).** *Advancing Aquaculture Biosecurity: A Scientometric Analysis and Future Outlook for Disease Prevention and Environmental Sustainability*. *Aquaculture International*, 32(7), 8763-8789.
 - Прогнозний аналіз заходів біозахисту в аквакультурі.

4. Енергоефективність та відновлювані джерела енергії в аквакультурі:

- **Manolache, A. I., & Andrei, G. (2024).** *A Comprehensive Review of Multi-Use Platforms for Renewable Energy and Aquaculture Integration*. *Energies*, 17(19), 4816.
 - Досліджує інтеграцію відновлюваних джерел енергії з системами аквакультури.

5. Динаміка ринку та обізнаність споживачів:

- **Bush, S. R., et al. (2013).** *Certify Sustainable Aquaculture?* *Science*, 341(6150), 1067-1068.
 - Обговорює роль схем сертифікації в сприянні сталим практикам аквакультури.
- **Potts, J., et al. (2021).** *State of Sustainability Initiatives Review: Standards and the Blue Economy*. International Institute for Sustainable Development.
 - Надає розуміння ініціатив сталого розвитку та їхнього впливу на галузь аквакультури.

6. Тематичні дослідження та регіональні перспективи:

- **Rahman, M. L., Shahjahan, M., & Ahmed, N. (2021).** *Tilapia Farming in Bangladesh: Adaptation to Climate Change*. *Sustainability*, 13(14), 7657.



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

- Дослідження того, як практики аквакультури адаптуються до зміни клімату в Бангладеш.
- **Nielsen, R., Ankamah-Yeboah, I., & Llorente, I. (2021).** *Technical Efficiency and Environmental Impact of Seabream and Seabass Farms.* Aquaculture Economics & Management, 25(1), 106-125.
 - Вивчає екологічну та економічну ефективність вирощування морської доради та морського окуня.
- 7. **Новітні технології:**
 - **Føre, M., et al. (2018).** *Precision Fish Farming: A New Framework to Improve Production in Aquaculture.* Biosystems Engineering, 173, 176-193.
 - Досліджує використання цифрових технологій, таких як AI та IoT, в аквакультурі.

ФОРМАТ ОЦІНЮВАННЯ

1. Запитання з вибором відповідей (MCQ)

Мета: перевірити базові знання та розуміння ключових понять.

Вага: 20%

Приклади запитань:

1. Що є основною причиною закислення океану?
2. а) Збільшений стік азоту
3. б) Підвищення рівня CO₂ в атмосфері
4. в) Надмірний вилов
5. г) Теплове забруднення
6. Що з наведеного нижче є перевагою інтегрованої мультитрофічної аквакультури (ІМТА)?
7. а) Збільшення залежності від зовнішніх джерел води
8. б) Покращений кругообіг поживних речовин
9. с) Більше споживання енергії
10. д) Зменшення біорізноманіття
11. Яка система забезпечує точний контроль середовища для видів аквакультури?
12. а) Офшорна аквакультура
13. б) Рециркуляційні системи аквакультури (RAS)
14. в) Вирощування морських водоростей
15. г) Традиційна ставкова система

2. Запитання з короткою відповіддю

Мета: оцінити розуміння ключових понять і вміння їх стисло пояснювати.

Вага: 30%

Приклади запитань:

1. Поясніть, як підвищення температури води впливає на швидкість метаболізму риби в системах аквакультури.
2. Опишіть два способи, як підкислення океану впливає на розведення молюсків.
3. Які основні переваги рециркуляційних систем аквакультури (RAS) над традиційними системами?



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

3. Аналіз прикладів

Мета: Оцінити здатність застосовувати теоретичні знання до реальних ситуацій.

Вага: 25%

Приклад прикладу:

• **Сценарій:** креветкова ферма в Південно-Східній Азії зазнає збільшення спалахів захворювань через підвищення температури моря. Ферма розглядає можливість впровадження рециркуляційних систем аквакультури (RAS), щоб пом'якшити ці проблеми.

• **Питання:**

1. Які потенційні переваги RAS для цієї ферми?
2. З якими проблемами може зіткнутися ферма при переході на RAS?
3. Запропонуйте дві додаткові стратегії, які ферма могла б прийняти для покращення контролю хвороб.

4. Есе Питання

Мета: Оцінити критичне мислення, глибину розуміння та здатність синтезувати інформацію.

Вага: 25%

Приклади запитань:

1. Обговоріть роль інтегрованої багатотрофічної аквакультури (ІМТА) у просуванні сталого розвитку в секторі аквакультури. Наведіть приклади на підтвердження своєї відповіді.
2. Проаналізуйте економічні та екологічні проблеми впровадження офшорних систем аквакультури. Як можна вирішити ці виклики?
3. Оцініть потенціал інтелектуальних технологій аквакультури (наприклад, AI, IoT) у покращенні стійкості систем аквакультури до зміни клімату.

5. Практичне застосування або проект

Мета: Оцінити здатність проектувати та пропонувати рішення для реальних проблем.

Вага: 30%

Приклад проекту:

• **Завдання:** розробити кліматостійку систему аквакультури для прибережного регіону, який відчуває підвищення температури, коливання солоності та збільшення спалахів захворювань.

• **Результати роботи:**

1. Письмовий звіт із описом конструкції системи, включаючи:
 - ☐ Тип системи (наприклад, RAS, ІМТА, офшорна аквакультура).
 - ☐ Вибір та обґрунтування видів.
 - ☐ Стратегії пом'якшення ризиків, пов'язаних із кліматом (наприклад, контроль температури, боротьба з хворобами).
2. Презентація (5-10 хвилин), у якій узагальнено основні особливості запропонованої системи.

6. Групове обговорення або дебати

Мета: заохочувати спільне навчання та критичне мислення.

Вага: 10%

Приклади тем:

1. Дебати: «Чи є офшорна аквакультура стійким рішенням для розширення світового виробництва морепродуктів?»



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

2. Обговорення: «Які етичні наслідки використання генетично модифікованих видів в аквакультурі для підвищення кліматичної стійкості?» 7. Self-Reflection or Journal

Мета: заохочуйте учнів розмірковувати над своїм навчанням і пов'язувати його з проблемами реального світу.

Вага: 10%

Приклад підказок:

1. Поміркуйте над тим, як концепції, вивчені в цьому модулі, можна застосувати для вирішення проблем зміни клімату у вашій місцевій громаді.
2. Які найбільш суттєві перешкоди для запровадження сталої практики аквакультури в усьому світі, і як їх можна подолати?

ГЛОСАРІЙ

А

- **Аквакультура:** вирощування водних організмів, таких як риба, молюски та морські водорості, у контрольованому середовищі для харчових, консерваційних чи інших цілей.
- **Водна екосистема:** водне середовище, де живі організми взаємодіють один з одним і своїм фізичним оточенням.
- **Підкислення:** процес, під час якого рН води знижується, що робить її більш кислою. В океанах це насамперед спричинено поглинанням атмосферного CO₂.

В

- **Біозахист:** заходи, вжиті для запобігання інтродукції та розповсюдженню шкідливих організмів, таких як патогени, у системах аквакультури.
- **Біофільтр:** система фільтрації, яка використовує живі організми (наприклад, бактерії) для розщеплення відходів у системах аквакультури.

С

- **Вуглецевий слід:** загальна кількість парникових газів (насамперед CO₂), що викидаються прямо чи опосередковано внаслідок діяльності, системи чи продукту.
- **Поглинання вуглецю:** процес уловлювання та зберігання атмосферного вуглекислого газу, часто за допомогою природних процесів, таких як вирощування морських водоростей.
- **Закриті рециркуляційні системи аквакультури (RAS):** система, яка переробляє воду в контрольованому середовищі, зменшуючи використання води та мінімізуючи вплив на навколишнє середовище.

Д

- **Мертві зони:** зони у водному середовищі з надзвичайно низьким рівнем кисню, часто спричиненим евтрофікацією, де більшість морських мешканців не можуть вижити.
- **Розповсюдження хвороб:** швидке поширення хвороб, яке часто посилюється підвищенням температури та низькою якістю води в системах аквакультури.

Е

- **Евтрофікація:** надмірне збагачення водойм поживними речовинами (наприклад, азотом і фосфором), що призводить до цвітіння водоростей і виснаження кисню.
- **Евригалінні види:** організми, які можуть переносити широкий діапазон рівнів солоності, що робить їх адаптованими до змін середовища.



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

F

- **Фільтруючі живильники:** водні організми, такі як молюски, які харчуються, фільтруючи дрібні частинки з води, допомагаючи покращити якість води.

H

- **Шкідливе цвітіння водоростей (HABs):** Швидке зростання водоростей, які виробляють токсини або виснажують кисень у воді, завдаючи шкоди водним організмам і здоров'ю людини.
- **Гіпоксія:** стан, при якому вода має низький рівень розчиненого кисню, часто викликаний евтрофікацією або високими температурами.

I

Інтегрована мультитрофічна аквакультура (ІМТА): стійка система аквакультури, яка поєднує види з різних трофічних рівнів (наприклад, рибу, молюсків, морські водорості) для переробки поживних речовин і зменшення впливу на навколишнє середовище.

M

- **Швидкість метаболізму:** швидкість, з якою організм використовує енергію для підтримки основних фізіологічних функцій. У риб вищі температури можуть збільшити швидкість метаболізму, що призводить до збільшення потреби в кисні.

N

- **Кругообіг поживних речовин:** процес, за допомогою якого поживні речовини переробляються в екосистемі, часто вдосконалений системами ІМТА.

O

- **Підкислення океану:** постійне зниження рН океанів Землі, викликане поглинанням атмосферного CO₂, що впливає на морське життя, особливо на організми, які кальцифікують.
- **Офшорна аквакультура:** системи аквакультури, розташовані в більш глибоких водах, подальше від узбережжя, де екологічні умови більш стабільні..

P

- **Патоген:** мікроорганізм (наприклад, бактерія, вірус, паразит), який може викликати захворювання у водних організмів.
- **рН:** показник кислотності або лужності води. Нижчі значення рН вказують на більш кислі умови.

R

- **Системи рециркуляції аквакультури (RAS):** системи замкнутого циклу, які рециркулюють воду, що дозволяє точно контролювати умови навколишнього середовища та зменшити використання води..

S

- **Солоність:** концентрація солі у воді, яка може впливати на ріст і виживання водних видів.
- **Аквакультура з морських водоростей:** вирощування морських водоростей, які можуть поглинати CO₂ і поживні речовини, покращуючи якість води та забезпечуючи стабільне джерело їжі.
- **Розумна аквакультура:** використання передових технологій (наприклад, AI, IoT, датчики) для моніторингу та оптимізації операцій аквакультури.

T



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

- **Термічний стрес:** стрес, викликаний температурою поза оптимальним діапазоном для організму, що призводить до зниження росту, розмноження або виживання.
- **Трофічні рівні:** положення організму в харчовому ланцюгу, починаючи від первинних виробників (наприклад, морські водорості) і закінчуючи головними хижаками (наприклад, риби).

U

- **УФ-стерилізація:** використання ультрафіолетового світла для знищення або деактивації патогенів у воді, зазвичай використовується в системах RAS..

V

- **Vibrio spp.:** група бактерій, які процвітають у теплій воді та можуть спричиняти захворювання видів аквакультури, таких як креветки та риба..

W

- **Якість води:** хімічні, фізичні та біологічні характеристики води, які впливають на здоров'я та продуктивність водних організмів..

ПОСИЛАННЯ НА КОРИСНІ ВЕБ-САЙТИ

- **Продовольча та сільськогосподарська організація (ФАО)**
- **Website:** [FAO Fisheries and Aquaculture](#)

Опис: ФАО надає обширні ресурси про глобальне рибальство та аквакультуру, включаючи звіти, статистику та рекомендації щодо політики. Це ключове джерело для розуміння стану глобальної аквакультури та її проблем.

- **Ключові ресурси:**
 - o Стан світового рибальства та аквакультури (SOFIA) повідомляє.
 - o Технічні документи щодо сталої практики аквакультури.

- **NOAA Рибальство – Аквакультура**
- **Website:** [NOAA Fisheries - Aquaculture](#)

Опис: Національне управління океанічних і атмосферних досліджень (NOAA) надає інформацію про практики аквакультури США, дослідження та політику, зосереджуючись на морській аквакультурі.

- **Ключові ресурси:**
 - o Інформація про офшорну аквакультуру та стійкі практики.
 - o Дослідження впливу зміни клімату на морські види.

- **Наглядова рада з питань аквакультури (ASC)**
- **Website:** [ASC - Home](#)

Опис: ASC — це всесвітня організація, яка встановлює стандарти відповідальної аквакультури та сертифікує стійкі продукти з морепродуктів.

- **Ключові ресурси:**
 - o Інформація щодо сертифікації та стандартів аквакультури.
 - o Навчальні матеріали щодо екологічно чистих морепродуктів.

- **Глобальний альянс аквакультури (GAA)**
- **Website:** [Global Aquaculture Alliance](#)



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

Опис: ГАА заохочує відповідальну практику аквакультури через освіту, пропаганду та програми сертифікації.

• **Ключові ресурси:**

- о Інформація про сертифікацію найкращої практики аквакультури (BAP).
- о Статті та звіти про інновації та сталість аквакультури.

Європейський фонд морського та рибного господарства (EMFF)

- **Website:** [European Commission - Aquaculture](#)

Опис: Європейська Комісія надає ресурси щодо політики аквакультури, можливостей фінансування та сталої практики в ЄС.

• **Ключові ресурси:**

- о Інформація про стратегії ЄС щодо аквакультури та фінансування.
- о Звіти про комплексну мультитрофічну аквакультуру (IMTA).

Фонд океану

- **Website:** [The Ocean Foundation](#)

Опис: некомерційна організація, яка зосереджена на збереженні океану, включаючи стійку аквакультуру та пом'якшення наслідків зміни клімату.

• **Ключові ресурси:**

- о Дослідження підкислення океану та його впливу на аквакультуру.
- о Проекти з вирощування морських водоростей та поглинання вуглецю.

Аквакультура без кордонів (AwF)

- **Website:** [Aquaculture without Frontiers](#)

Опис: некомерційна організація, яка підтримує сталий розвиток аквакультури в країнах, що розвиваються.

• **Ключові ресурси:**

- о Тематичні дослідження проектів аквакультури на рівні громади.
- о Освітні ресурси щодо стійких практик.

Інноваційна лабораторія AquaFish

- **Website:** [AquaFish Innovation Lab](#)

Опис: Дослідницька програма, що фінансується USAID, спрямована на вдосконалення практики аквакультури в країнах, що розвиваються.

• **Ключові ресурси:**

- о Дослідницькі публікації про інновації в аквакультурі.
- о Навчальні матеріали для дрібних фермерів аквакультури.

Зміна клімату та аквакультура

- **Website:** [IPCC - Climate Change and Oceans](#)

Опис: Міжурядова група експертів зі зміни клімату (IPCC) надає наукові оцінки впливу зміни клімату, зокрема на океани та аквакультуру.

- о • **Ключові ресурси:**
- о Звіти про вплив зміни клімату на морські екосистеми.



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

Дані про потепління та підкислення океану.

-
- **Журнали досліджень аквакультури**
- **Website:** [Aquaculture Journal](#)

Опис: рецензований журнал, що публікує дослідження з усіх аспектів аквакультури, включаючи сталість, стійкість до клімату та інновації.

Ключові ресурси:

- o Доступ до останніх наукових статей про аквакультуру.
- o Спеціальні питання щодо зміни клімату та аквакультури.

- **Розумні технології аквакультури**
- **Website:** [Aqua-Spark - Innovations in Aquaculture](#)

Опис: Aqua-Spark – це інвестиційний фонд, який орієнтований на стійку аквакультуру, з портфелем інноваційних технологій та стартапів.

Ключові ресурси:

- o Тематичні дослідження інтелектуальних технологій аквакультури (наприклад, AI, IoT).
- o Інформація про нові тенденції в інноваціях аквакультури.

Навчання та освіта аквакультур

Website: [AquaTT - Aquaculture Training and Education](#)

Опис: AquaTT надає навчальні та освітні ресурси для професіоналів аквакультури, зосереджуючись на сталому розвитку та інноваціях.

Ключові ресурси:

- o Онлайн-курси та семінари з аквакультури.
- o Можливості спілкування з експертами галузі.



Co-funded by the
Erasmus+ Programme
of the European Union

This project has been funded with support from the European Commission. This publication reflects the views only of the author and the commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.



Attribute this work: **NonCommercial** — You may not use the material for commercial purposes. **NoDerivatives** — If you remix, transform, or build upon the material, you may not distribute the modified material.

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

Формат навчальної програми

ІНФОРМАЦІЯ ПРО МОДУЛЬ	
Назва модуля	ВИБІР СИСТЕМ ПРОТИ ГЛОБАЛЬНОГО ПОТЕПЛІННЯ В АКВАКУЛЬТУРІ
Навчальні години	50
ECTS	4
EQF рівень	5
Мова модуля	Англійська, литовська, турецька, хорватська, українська, грецька
Назви лекцій	Assoc. Prof. Dr. Dimitris Klaoudatos
Керівник	
ОПИС МОДУЛЯ	
Зміст модуля	
<p>Зміст модуля побудований таким чином, щоб забезпечити повне розуміння стійких до клімату систем аквакультури, зосереджуючись на впливах глобального потепління, інноваційних рішеннях і політичних міркуваннях. Модуль починається зі вступу до аквакультури та зміни клімату, де студенти дізнаються про роль аквакультури в глобальній продовольчій безпеці та проблеми, пов'язані зі зміною клімату, такі як підвищення температури, закислення океану та поширення хвороб. Цей розділ закладає основу для розуміння потреби в екологічних практиках і підтримується ключовими матеріалами Бойда та ін. (2022) і Handisyde et al. (2017).</p> <p>У наступному розділі «Вплив глобального потепління на системи аквакультури» глибше розглядаються конкретні проблеми, пов'язані з кліматом. Студенти досліджують вплив теплового стресу на водні види, роль евтрофікації та гіпоксії у створенні мертвих зон, а також підвищені ризики спалахів захворювань через тепліші води. Також досліджується підкислення океану та зміна солоності, а тематичні дослідження, такі як гіпоксична зона Мексиканської затоки та спалахи вібріонів у вирощуванні креветок, надають реальний контекст. Цей розділ підтверджується ключовими матеріалами Бойда та МакНевіна (2015) та Діаза та Розенберга (2008).</p> <p>Потім модуль переходить до ключових критеріїв вибору системи, де студенти дізнаються про основні фактори для проектування стійких до клімату систем аквакультури. Темі включають стійкість рециркуляційних систем аквакультури (RAS) до температурних коливань, роль інтегрованої мультитрофічної аквакультури (IMTA) у пом'якшенні евтрофікації та вдосконалені стратегії контролю патогенів. Також обговорюється енергоефективність і адаптивність до змін солоності, а також тематичні дослідження RAS у норвезькому лососевому господарстві та системи IMTA в Канаді. Читання Мартінса та ін. (2010) і Pereira et al. (2024) надають додаткові висновки.</p> <p>У розділі «Інноваційні системи аквакультури» студенти вивчають передові рішення кліматичних проблем. Офшорна аквакультура, RAS, IMTA та розведення морських водоростей досліджуються на предмет їхніх екологічних та економічних переваг. Інтелектуальні технології аквакультури, такі як AI та IoT, також представлені як інструменти для моніторингу та оптимізації в реальному часі. Тематичні дослідження морського розведення морського ляща в Середземному морі та інтелектуальні системи в Норвегії ілюструють ці концепції, підтверджені матеріалами Holmer (2010) та Føre et al. (2018).</p> <p>Останній розділ «Політика та економічні міркування» стосується ширшого контексту сталого розвитку аквакультури. Студенти дізнаються про нормативну підтримку технологій, стійких до зміни клімату, економічну доцільність передових систем і важливість міжнародного співробітництва. Також обговорюються ринкова динаміка, обізнаність споживачів і схеми сертифікації, наприклад Рад з управління аквакультурою (ASC) та інших ініціатив. Ключові дані ФАО (2020) та Буша та ін. (2013) надають додатковий контекст.</p>	



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

<p>Протягом усього модуля поєднання лекцій, тематичних досліджень, практичних занять і групової роботи гарантує, що студенти отримають як теоретичні знання, так і практичні навички. Оцінювання, включаючи тести, іспити та проекти, призначені для оцінки розуміння та застосування матеріалу. Модуль завершується акцентом на майбутньому аквакультури, наголошуючи на необхідності продовження інновацій та співпраці для забезпечення стійкості сектора перед обличчям зміни клімату.</p>	
<h3>Результати навчання</h3>	
<p>Після успішного завершення цього модуля студенти зможуть:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Пам'ятайте: визначте та опишіть ключові наслідки глобального потепління для систем аквакультури, включаючи термічний стрес, закислення океану та поширення хвороб, а також основні характеристики стійких до клімату систем, таких як RAS та IMTA. • Розуміння: поясніть механізми, за допомогою яких зміна клімату впливає на водні екосистеми, включаючи зміни температури води, солоності та циклів поживних речовин, і як ці зміни впливають на продуктивність і стійкість аквакультури. • Застосування: проаналізуйте тематичні дослідження та реальні приклади, щоб продемонструвати застосування інноваційних систем аквакультури (наприклад, RAS, IMTA, офшорна аквакультура) для пом'якшення впливу зміни клімату. • Аналіз: Порівняйте та зіставте переваги та обмеження різних систем аквакультури (наприклад, традиційних та стійких до зміни клімату систем) у вирішенні проблем, пов'язаних із глобальним потеплінням. • Оцінка: Критично оцінити екологічні, економічні та соціальні наслідки впровадження стійких до клімату методів аквакультури та оцінити ефективність політичних рамок і технологічних рішень у сприянні стійкості. • Створення: розробка стійких систем аквакультури або стратегій управління, які включають стійкі до клімату технології та практики для вирішення конкретних проблем, викликаних глобальним потеплінням, таких як підвищення температури, коливання солоності та спалахи захворювань. 	
<h3>СПОСІБ ДОСТАВКИ</h3>	
<input checked="" type="checkbox"/> Лекції та презентації <input checked="" type="checkbox"/> Інтерактивні семінари та групові дискусії <input checked="" type="checkbox"/> Електронне навчання та цифрові ресурси	<input checked="" type="checkbox"/> Проектне навчання та оцінювання <input checked="" type="checkbox"/> Формувальне та підсумкове оцінювання <input checked="" type="checkbox"/> Гостьові лекції <input checked="" type="checkbox"/> Вийзди на місце
<h3>МЕТОДИ ОЦІНЮВАННЯ</h3>	
<input checked="" type="checkbox"/> Тематичні дослідження <input checked="" type="checkbox"/> Обстеження <input checked="" type="checkbox"/> Тести з вибором відповідей <input checked="" type="checkbox"/> Самооцінка	<input checked="" type="checkbox"/> Інше: <input checked="" type="checkbox"/> дебати <input checked="" type="checkbox"/> групові дискусії <input checked="" type="checkbox"/> презентації
<h3>ЛІТЕРАТУРА</h3>	
1.	Badiola, M., Mendiola, D., & Bostock, J. (2012). Recirculating Aquaculture Systems (RAS) analysis: Main issues on management and future challenges. <i>Aquacultural Engineering</i> , 51, 26-35.



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

2.	Boyd, C. E., & McNevin, A. A. (2015). Aquaculture, Resource Use, and the Environment. John Wiley & Sons.
3.	Boyd, C. E., D'Abramo, L. R., Glencross, B. D., Huyben, D. C., Juarez, L. M., Lockwood, G. S., ... & Valenti, W. C. (2022). Achieving sustainable aquaculture: Historical and current perspectives and future needs and challenges. Journal of the World Aquaculture Society, 51(3), 578-633.
4.	Bush, S. R., Belton, B., Hall, D., Vandergeest, P., Murray, F. J., Ponte, S., ... & Kusumawati, R. (2013). Certify sustainable aquaculture? Science, 341(6150), 1067-1068.
5.	Cooley, S. R., et al. (2009). Ocean acidification's potential to alter global seafood supply. Oceanography, 22(4), 172-181.
6.	Diaz, R. J., & Rosenberg, R. (2008). Spreading dead zones and consequences for marine ecosystems. Science, 321(5891), 926-929.
7.	FAO. (2020). The State of World Fisheries and Aquaculture 2020: Sustainability in Action. Rome.
8.	Føre, M., Frank, K., Norton, T., Svendsen, E., Alfredsen, J. A., Dempster, T., ... & Berckmans, D. (2018). Precision fish farming: A new framework to improve production in aquaculture. Biosystems Engineering, 173, 176-193.
9.	Handisyde, N. T., Ross, L. G., Badjeck, M. C., & Allison, E. H. (2017). The effects of climate change on world aquaculture: A global perspective. Aquaculture and Fish Genetics Research Programme, Stirling Institute of Aquaculture.
10.	Holmer, M. (2010). Environmental issues of fish farming in offshore waters: Perspectives, concerns, and research needs. Aquaculture Environment Interactions, 1(1), 57-70.
11.	Martins, C. I., et al. (2010). New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. Aquacultural Engineering, 43(3), 83-93.
12.	Pereira, R., Yarish, C., & Critchley, A. T. (2024). Seaweed aquaculture for human foods in land-based and IMTA systems. In Applications of Seaweeds in Food and Nutrition (pp. 77-99). Elsevier.
13.	Troell, M., et al. (2003). Integrated mariculture: Asking the right questions. Aquaculture, 226(1-4), 69-90.

ЗМІСТ МОДУЛЯ

	Тема/Предмет	Зміст/основне
1.	Вступ до аквакультури та зміни клімату	<ul style="list-style-type: none"> Огляд глобальної аквакультури та її ролі в продовольчій безпеці. Основні проблеми, пов'язані зі зміною клімату: підвищення температури, закислення океану, поширення хвороб і зміна солоності. Важливість сталої практики аквакультури для довгострокової стійкості. Ознайомлення з інноваційними системами, такими як RAS, IMTA та офшорна аквакультура.
2.	Вплив глобального потепління на системи аквакультури	<ul style="list-style-type: none"> Термічний стрес::



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

		<ul style="list-style-type: none"> Вплив підвищення температури води на швидкість метаболізму, потребу в кисні та виживання видів. Тематичні дослідження: вирощування лосося та тіляпії в теплих водах. <p>Евтрофікація та гіпоксія:</p> <ul style="list-style-type: none"> Навантаження поживними речовинами та шкідливе цвітіння водоростей (HABs). Створення гіпоксичних «мертвих зон» та їх вплив на аквакультуру. Приклад: гіпоксична зона Мексиканської затоки. <p>Поширення захворювання:</p> <ul style="list-style-type: none"> Збільшення патогенних ризиків через підвищення температури. Приклади: спалахи вібріонів на креветкових фермах, морські воші на лососевих фермах. <p>Підкислення океану:</p> <ul style="list-style-type: none"> Зменшення доступності карбонатних іонів для молюсків і кальцифікуючих організмів. Вплив на вирощування устриць і молюсків. <p>Зміни солоності:</p> <ul style="list-style-type: none"> Наслідки танення льодових шапок і зміни структури опадів. Приклад: вирощування креветок у Бангладеш.
3.	Основні критерії вибору системи	<p>Стійкість до температурних коливань:</p> <p>Роль рециркуляційних систем аквакультури (RAS) у підтримці оптимальних температур.</p> <p>Пом'якшення евтрофікації:</p> <ul style="list-style-type: none"> Інтегрована мультитрофічна аквакультура (ІМТА) і кругообіг поживних речовин. <p>Контроль патогенів:</p> <ul style="list-style-type: none"> Заходи біозахисту та передові технології (наприклад, УФ-стерилізація, обробка озоном). <p>Енергоефективність:</p> <p>Інтеграція відновлюваних джерел енергії (наприклад, сонця, вітру) і систем перетворення відходів у енергію.</p> <p>Adaptability to Salinity Fluctuations:</p> <p>Use of euryhaline species and selective breeding for salinity tolerance.</p> <p>Economic Viability and Scalability:</p> <ul style="list-style-type: none"> Cost-sharing mechanisms, public-private partnerships, and economies of scale.
4.	Інноваційні системи аквакультури	<p>Офшорна аквакультура:</p> <ul style="list-style-type: none"> Переваги стабільного глибоководного середовища.



		<ul style="list-style-type: none"> Приклад: вирощування доради та європейського морського окуня в Середземному морі. <p>Рециркуляційні системи аквакультури (RAS):</p> <ul style="list-style-type: none"> Переробка води та точний контроль навколишнього середовища. Приклад: вирощування лосося в Норвегії. <p>Комплексна мультитрофічна аквакультура (ІМТА):</p> <ul style="list-style-type: none"> Інтеграція видів для переробки поживних речовин і здоров'я екосистеми. Приклад: системи ІМТА в Канаді (лосось, мідії та водорості). <p>Аквакультура морських водоростей:</p> <ul style="list-style-type: none"> Поглинання вуглецю та переваги для навколишнього середовища. Приклад: великомасштабні ферми морських водоростей в Азії. <p>Розумні технології аквакультури:</p> <ul style="list-style-type: none"> Використання AI, IoT і дистанційного зондування для моніторингу та оптимізації в реальному часі. Приклади: автоматизовані системи годування, діагностика здоров'я на основі ІІІ.
5.	Політика та економічні міркування	<p>Регуляторна підтримка:</p> <ul style="list-style-type: none"> Державні стимули для стійких технологій (наприклад, субсидії, податкові пільги). Приклад: Загальна рибальська політика (CFP) Європейського Союзу. <p>Економічна доцільність:</p> <ul style="list-style-type: none"> Аналіз рентабельності систем, стійких до зміни клімату. Приклад: Довгострокова економія від зменшення спалахів захворювань у РАН. <p>Міжнародна співпраця:</p> <ul style="list-style-type: none"> Глобальні дослідницькі ініціативи та платформи обміну знаннями. Приклад: рамка Horizon Europe для інновацій в аквакультурі. <p>Динаміка ринку та обізнаність споживачів:</p> <ul style="list-style-type: none"> Роль схем сертифікації (наприклад, Наглядова рада аквакультури) та екомаркування. Приклад: споживчий попит на стійкі морепродукти стимулює трансформацію галузі. <p>Зменшення ризиків і механізми страхування:</p> <ul style="list-style-type: none"> Страхові продукти, адаптовані до кліматичних ризиків (наприклад, параметричне страхування від тайфунів).



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

		<ul style="list-style-type: none"> Приклад: програми страхування для рибоводів на Філіппінах.
6.	Тематичні дослідження та практичне застосування	<ul style="list-style-type: none"> Приклад 1: Перехід на RAS на креветковій фермі в Південно-Східній Азії. Приклад 2: Впровадження ІМГА у прибережному регіоні Канади. Приклад 3: Морська аквакультура в Середземному морі. Практична діяльність: Проектування стійкої до клімату системи аквакультури для конкретного регіону. Вправа з моделювання: використання цифрових інструментів для моделювання впливу змін температури та солоності на види аквакультури.
7.	Оцінювання та результати навчання	<p>Формувальні оцінювання:</p> <ul style="list-style-type: none"> Тести, короткі завдання та експертні оцінки для закріплення ключових понять. <p>Підсумкові оцінки:</p> <ul style="list-style-type: none"> Підсумковий іспит, що охоплює весь зміст модуля (запитання з вибором відповідей, короткі відповіді та есе). Подання остаточного звіту про проект та презентації. <p>Результати навчання:</p> <ul style="list-style-type: none"> Студенти зможуть визначити та описати вплив зміни клімату на аквакультуру. Студенти зрозуміють і пояснять механізми, що стоять за стійкими до клімату системами, такими як RAS і ІМГА. Студенти застосовуватимуть свої знання для аналізу тематичних досліджень і проектування стійких систем аквакультури. Студенти оцінюватимуть ефективність політичних та економічних рамок у просуванні сталого розвитку. Студенти створюватимуть інноваційні рішення для вирішення кліматичних проблем в аквакультурі.
8.	Висновок і подальші напрямки	<ul style="list-style-type: none"> Повторення ключових концепцій: вплив зміни клімату, інноваційні системи та політичні міркування. Акцент на важливості продовження досліджень та інновацій в аквакультурі. Обговорення нових тенденцій, таких як інтеграція AI та IoT в розумну аквакультуру. Заклик до дії для студентів зробити внесок у сталість сектора аквакультури.

ІНША ВАЖЛИВА ІНФОРМАЦІЯ/ ПРИМІТКИ



Funded by
the European Union



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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

Click here to enter text.