



# Modul 5. Učinci globalnog zatopljenja na bolesti u akvakulturi i zaštitne primjene



# Zagrijavanje

## Rasprava:

- Kolika je potrošnja proizvoda iz akvakulture u vašoj zemlji, Europi, svijetu (kg/godišnje)?
- Koji se dio cjelokupne proizvodnje iz akvakulture gubi zbog bolesti?
- Koje se mjere mogu primijeniti kako bi se smanjili gubici u akvakulturnoj proizvodnji zbog bolesti?



# Zagrijavanje - činjenice

- Procjenjuje se da čovječanstvo treba proizvesti više od 80 milijuna tona (t) do 2030. kako bi održalo potrošnju morske hrane po stanovniku na sadašnjim razinama.
- Stoga će akvakultura morati proizvesti dodatnih 30 milijuna tona morskih plodova u manje od desetljeća i pol.
- Vjerojatno nema dovoljno kopna ili prikladnih morskih područja da se to dogodi bez velikih poremećaja u multiplim ekosustavima.
- Međutim, oko 40% ukupne proizvodnje akvakulture gubi se zbog bolesti, kako je općenito definirano u nastavku.
- Dakle, jednostavnim uklanjanjem ili ograničavanjem utjecaja bolesti, čovječanstvo bi moglo gotovo zadovoljiti zahtjeve za morskom hranom bez promjene bilo kakvih praksi korištenja zemljišta.

Source: Lucas et al. (2019)



# Uvod



- Globalno zatopljenje ima značajne implikacije na zdravlje vodenih vrsta i upravljanje bolestima u akvakulturnim sustavima. Međudjelovanje između porasta temperatura, promijenjene kemije vode i povećane razine stresa stvara složeno okruženje u kojem se tradicionalne prakse upravljanja bolestima moraju prilagoditi.
- Akademici/predavači, studenti i drugi dionici imat će koristi od DiBluCa, jer će im pomoći da nauče više o novim trendovima u obrazovanju o akvakulturi protiv globalnog zatopljenja, vodenog otiska, uzgoja, biotehnologije, uzgoja, hranjenja i kontrole bolesti akvakulture.
- Projekt DiBluCa osmislit će novi način borbe protiv globalnog zatopljenja, a bit će i najbolji način da se ljudi u Europi poduče o promjenjivim uvjetima u proizvodnji akvakulture, o sigurnim i zdravim proizvodima iz akvakulture.



# Uvod



- Globalno zatopljenje predstavlja značajne izazove za akvakulturu jer mijenja prevalenciju i težinu bolesti koje pogađaju vodene vrste.
- Ovaj modul ima za cilj pružiti studentima sveobuhvatno razumijevanje ovih izazova i opremiti ih vještinama za razvoj i primjenu zaštitnih mjera.
- Studenti će istražiti veze između klimatskih promjena, dinamike bolesti i zaštitnih biotehnoloških inovacija u akvakulturi, pripremajući ih za napredne studije ili karijere u znanosti o okolišu i akvakulturi.

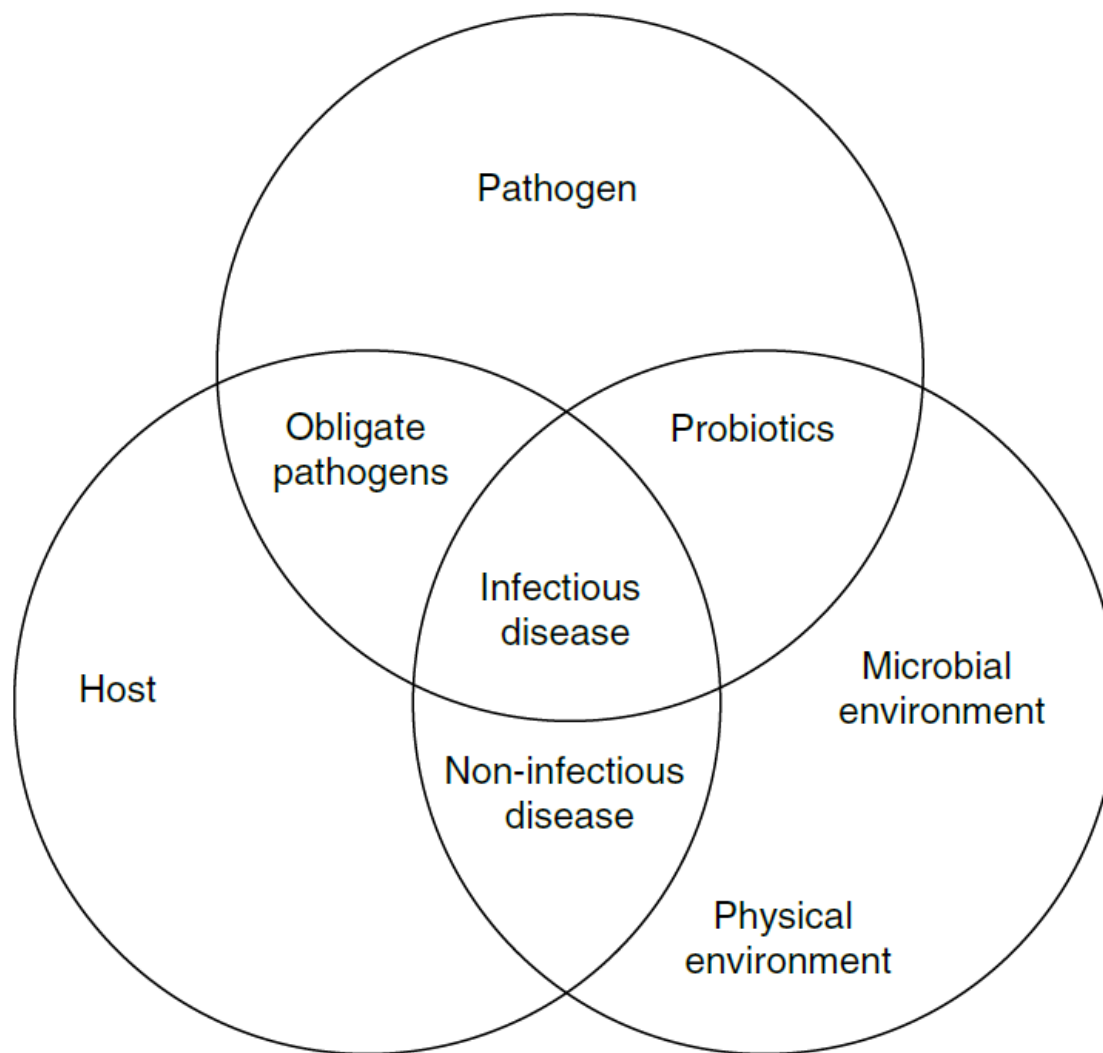


# Dio 1. Uobičajene bolesti u akvakulturi i njihov utjecaj na vodene vrste



**Bolest** je reakcija tijela na nepovoljne čimbenike iz vanjskog okruženja. Kao rezultat toga, normalno funkcioniranje tijela je poremećeno i sposobnost prilagodbe je smanjena. Istodobno se mobiliziraju obrambene funkcije tijela.

**Bolesti** karakteriziraju određene kliničke pojave, simptomi, odgovarajuća oštećenja tjelesne strukture tkiva i poremećaji njihovih funkcija.



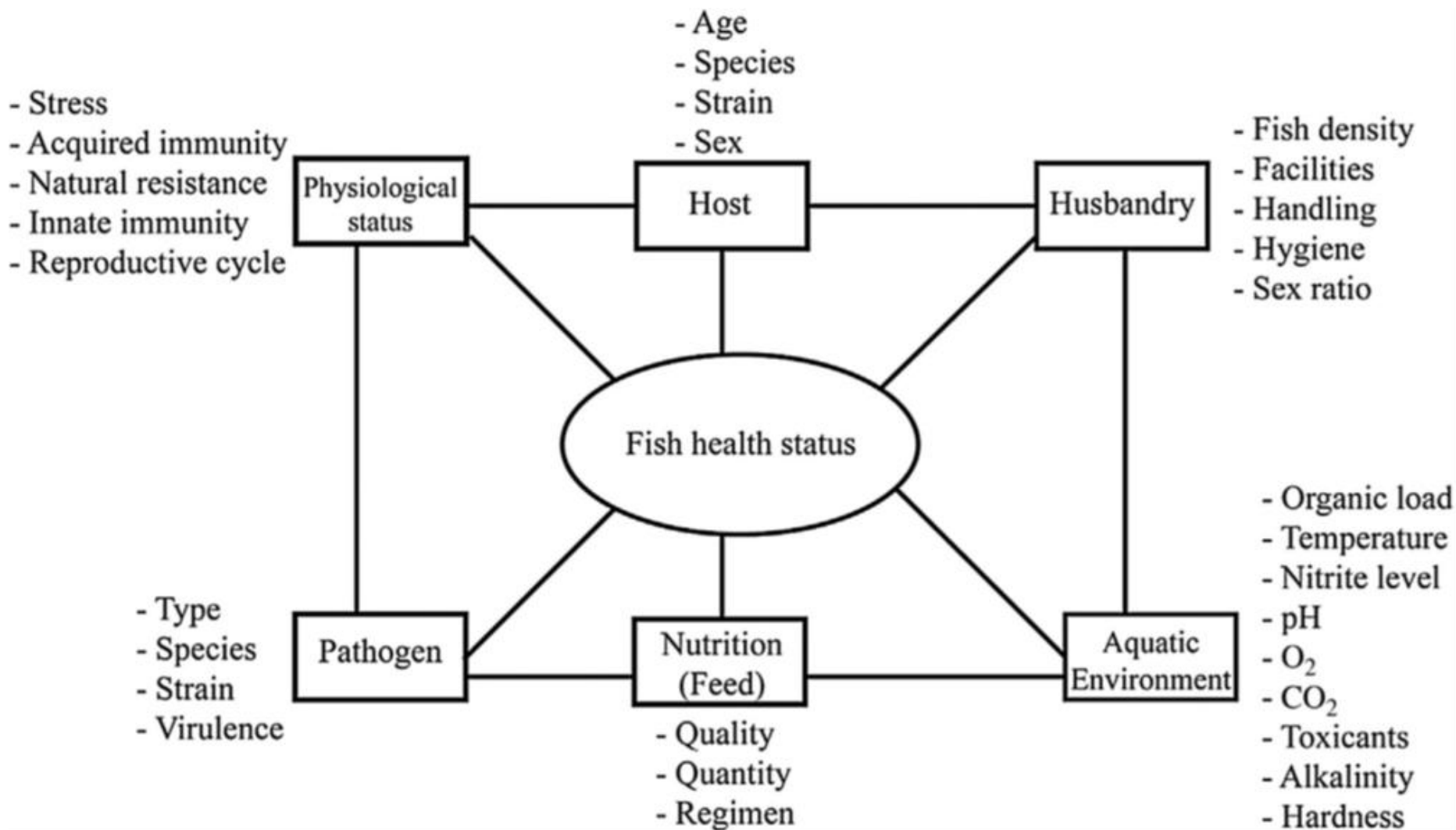
Modificirani Sneizkov model s tri prstena koji prikazuje interakciju između domaćina, patogena i okoliša

Izvor: Lucas i sur.(2019)





# Čimbenici koji utječu na zdravstveno stanje riba



Source: Jeney, 2017.



# Bolesti u akvakulturi



## Neinfektivne bolesti povezane su s kvalitetom vode

*(nisko otopljeni kisik, prezasićenost plinom, barotrauma, temperaturni stres, pH stres i toksičnost od amonijaka, nitrita, nitrata, klora, teških metala, sumporovodika, pesticida itd.)*

## ili drugih uzroka

*(trauma, miopatija pod naporom, depigmentacija bočne linije, hiperplazija štitnjače, mucometra i ciste jajnika, zadržavanje ili vezanje jajnih stanica, distocija, katarakta, lipidna keratopatija, nedostatak mikronutrijenata, gastrointestinalna strana tijela i neoplazija.)*

Izvor: Klinički vodič za riblju medicinu, 2021.



# Virusne bolesti

- Većina uobičajenih poznatih virusnih patogena riba je iz tri porodice:
  - *Herpesviridae, Rhabdoviridae, and Iridoviridae.*
- Sljedeće virusne bolesti riba najopasnije su i mogu se prijaviti OIE-u (World Organisation for Animal Health), regionalne i nacionalne organizacije nadležne za bolesti životinja:
  - koi herpes virus
  - Virusna hemoragijska septikemija
  - infektivna hematopoetska nekroza
  - proljetna viremija šarana
  - epizootska hematopoetska nekroza
  - Iridovirus crvene orade
  - zarazna anemija lososa
  - salmonidni alfavirus.

Izvor i više informacija: Klinički vodič za riblju medicinu, 2021.



# Bakterijske bolesti

- Većina bakterijskih bolesti riba uzrokovana je oportunizmom Gram-negativni bacili (štapici).
- Zabilježene su neke značajne gram-pozitivne bakterijske infekcije (npr. *Streptococcus* i *Renibacterium* spp.; *Mycobacterium* spp. također može preuzeti bojenje po Gramu).
- Morbiditet i smrtnost često su sekundarni u odnosu na stresore.
- Sistemske infekcije su najčešće, iako se mogu vidjeti lokalne infekcije.
- Klinički znakovi često su nespecifični i konačna dijagnoza zahtijeva pomoćno testiranje.
- Liječenje antibioticima treba se temeljiti na rezultatima kulture i osjetljivosti.

Izvor i više informacija: Klinički vodič za riblju medicinu, 2021.



# Gljivične i poput gljivičnih bolesti

Ribe su osjetljive na razne gljivične i poput gljivičnih bolesti. Oomycetes, *Exophiala spp.*, *Fusarium spp.*, Mikrosporidije i mezomicetozoe najčešći su gljivični patogeni.

- **Oomycota (Saprolegnia)**

- Oomycota, Općenito poznati kao oomicete ili vodene plijesni, organizmi su slični gljivicama koji mogu zaraziti kožu ili škrge riba, riblja jaja i bilo koju raspadajuću tvar.
- Oni su uobičajeni oportunistički patogeni slatkovodnih i bočatih riba i poseban su problem za somove u akvakulturi.
- Infekcija je često sekundarna zbog traume ili temperaturnih stresora.
- Tipične oomicete mogu se liječiti medicinskim i upravljanjem uvjeta uzgoja iako je recidiv čest.
- Atipične oomicete su invazivnije i rezultiraju teškom kroničnom upalom.
- *Aphanomyces invadans* je netipična oomiceta koja može uzrokovati sezonsku epizootiju u divljim i kultiviranim slatkovodnim i bočatim ribama.

Izvor i više informacija: Klinički vodič za riblju medicinu, 2021.



# Protozoalne, metazojske, miksozojske i kokcidijske bolesti

- *Ichthyophthirius multifiliis* je trepljasti protozojski ektoparazit koji inficira kožu i škrge slatkovodnih koštunjača. Bolest se često naziva slatkovodna ili bijela pjegavost.
- Metazoe su višestanični eukariotski organizmi. Monogenea su plosnati metilji koji su uobičajeni ektoparaziti riba. Kazalidi su veliki, ovalni, jajorodni monogeni. Inficiraju kožu, oči i škrge morskih riba. Pijavice su hematofagni metazojski paraziti. Često su vidljivi na koži, perajama.
- Miksozoi su uobičajeni paraziti divlje ribe i akvakulture u ribnjacima. Većina ovih parazita ima neizravan životni ciklus, koji obično uključuje oligohete, polihete ili mahovnjake kao međudomaćine.

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



# Načini širenja zaraznih bolesti kod riba

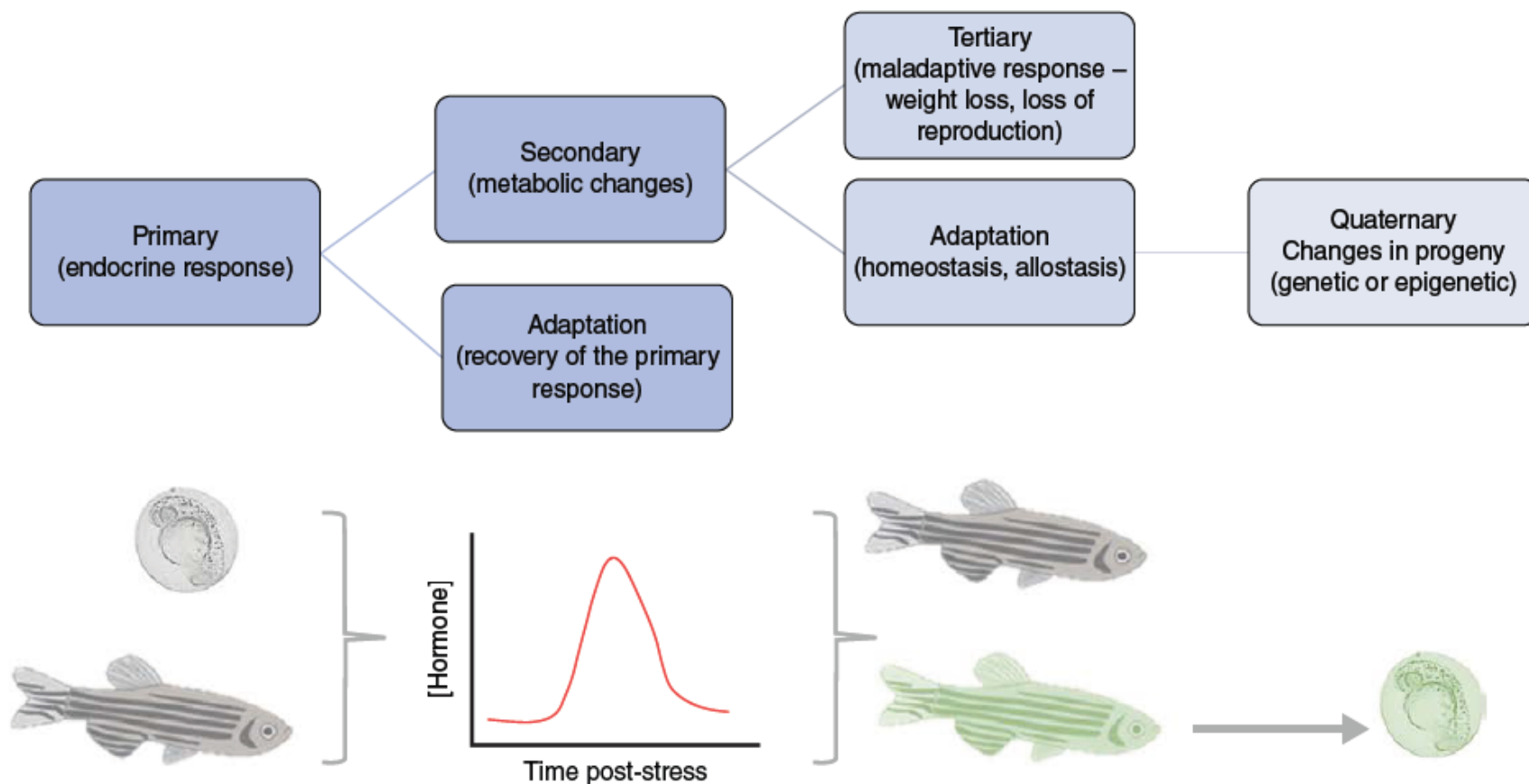
- širenje bolesti putem zaraženih riba (transport, prijenos zaraze pticama itd.);
- širenje bolesti tijekom migracije riba;
- širenje bolesti vodom (tekuća voda može jednostavno mehanički prenijeti patogene);
- širenje bolesti kroz tlo (npr. muljem iz ribnjaka koji se koristi za gnojidbu);
- širenje bolesti putem kontaminirane hrane;
- širenje bolesti putem zaraženog inventara i ribolovnog alata. U ovom slučaju, ribe s oštećenom kožom prve se razbole.





# Utjecaj stresa iz okoliša na odgovor na stres kod riba

ENVIRONMENTAL STRESS  
(temperature, oxygen, light)



Izvor: Woo, P. T., & Iwama, G. K. (ur.). (2019). Klimatske promjene i neinfektivni poremećaji riba. CABI  
The Digital Blue Carrier for a Post-Carbon Future - Curriculum Innovations in Aquaculture [DiBluCā]"

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247





# Čimbenici povezani s klimatskim promjenama koji pridonose izazovima bolesti

- **Intenziviranje.** Potrebe za masovnom proizvodnjom jedne vrste u proizvodnom okruženju:
  - 1) brz odgovor na životinje koje se ne hrane, znakove morbiditeta i smrtnost;
  - 2) kapacitet za izolaciju pogođenih životinja iz nezahvaćenih populacija i farmi; i
  - 3) kapacitet za depopulaciju zahvaćenih mjesta na kojima liječenje nije izvedivo. Na intenzivnu poljoprivredu sve više utječu ekstremni vremenski uvjeti koji opterećuju životinje iz uzgoja i ometaju mehanizme upravljanja, npr. sprječavanje bijega (uništavanje sustava držanja) i izolacija bolesnih životinja i životinja pod stresom od nezahvaćenih životinja.

Izvor: Utjecaji klimatskih promjena na ribarstvo i akvakulturu: sinteza postojećih spoznaja, mogućnosti prilagodbe i ublažavanja, 2018.



# Čimbenici povezani s klimatskim promjenama koji pridonose izazovima bolesti

- **Vrste i genetska raznolikost.** Tijekom posljednjih 30 do 40 godina akvakultura se razvila korištenjem raznolikosti vrsta (odabir vrsta koje pokazuju najbolje rezultate proizvodnje u uvjetima uzgoja) i genetskih sojeva razvijenih u eksperimentalnim uvjetima za komercijalnu proizvodnju.
- Obje metodologije odabira uključuju toleranciju na bolest (infekcija bez izražavanja značajne smrtnosti) i otpornost (sposobnost sprječavanja infekcije).
- Međutim, prednosti odabira vrsta i sojeva oslanjaju se na dosljedne ekološke parametre u proizvodnom sustavu, odnosno bez značajnih promjena uvjeta proizvodnje. Ako su takvi uvjeti podložni "ekstremnim uvjetima" (temperatura, salinitet, zamućenost), odabrane vrste i/ili sojevi mogu biti osjetljiviji na velike gubitke od manje odabranih i genetski raznolikijih stokova; posebno one porijeklom iz proizvodnog područja.

Izvor: Utjecaji klimatskih promjena na ribarstvo i akvakulturu: sinteza postojećih spoznaja, mogućnosti prilagodbe i ublažavanja, 2018.



# Čimbenici povezani s klimatskim promjenama koji pridonose izazovima bolesti

- **Širenje izvan zemljopisnog područja prirodnih vrsta.**  
Autohtone vrste koje se koriste u akvakulturi i koje pokazuju snažnu uzgojnu proizvodnju često su podložne širenju farmi na periferije ili izvan svog prirodnog zemljopisnog područja. Životinje mogu izdržati blage sezonske promjene temperature i/ili saliniteta, ali su u nepovoljnom položaju za preživljavanje kada ekstremni uvjeti utječu na normalne proizvodne cikluse reprodukcije ili rasta.
- Što se tiče intenzifikacije te raznolikosti vrsta i genetske raznolikosti, tamo gdje dođe do takvih promjena u okolišu, otpornost na oportunističke ili primarne patogene infekcije može se značajno smanjiti.

Izvor: Utjecaji klimatskih promjena na ribarstvo i akvakulturu: sinteza postojećih spoznaja, mogućnosti prilagodbe i ublažavanja, 2018.



# AKTIVNOST RASPRAVE:

## Utjecaj globalnog zatopljenja na prevalenciju i težinu bolesti u akvakulturi

Kakav je okolišni, klimatski i socio-ekonomski utjecaj navedenih pitanja u modulu



## Problemi/politike/infrastrukture specifični za pojedinu zemlju/Europu povezani s modulom

- Prvo postavite pitanje razredu kako bi imali priliku pokazati svoje znanje
- Zašto ribe u ribnjacima u Litvi umiru, posebno u proljeće?
- ZATIM navedite probleme/politiku/infrastrukturu specifične za svoju zemlju i navedite informacije o tome na nekoliko slajdova
- Šaran dominira u ribnjacima u Litvi: šaran je invazivna riba, osjetljiva na bolesti;
- Bolesti se prenose prijevozom ličinki šarana vodom s jedne farme na drugu;
- Nedostatak educiranog osoblja;
- Ograničeni popis preventivnih mjera i lijekova.



## Dio 2. Zaštitne mjere i biotehnološke primjene za ublažavanje učinaka bolesti



# Upravljanje zdravljem riba

- Upravljanje zdravljem riba opisuje prakse upravljanja osmišljene za sprječavanje bolesti riba.
- Jednom kada se ribe razbole, spašavanje je teško. Uspješno upravljanje zdravljem riba započinje prevencijom bolesti, a ne liječenjem.
- Dobro upravljanje kvalitetom vode, prehrana i sanitarni uvjeti sprječavaju bolesti riba. Bez ove osnove nemoguće je spriječiti izbijanje oportunističkih bolesti.
- Riba se neprestano kupu u potencijalnim patogenima, uključujući bakterije, gljivice i parazite. Loša kvaliteta vode, loša prehrana ili supresija imunološkog sustava općenito povezana sa stresnim stanjima omogućuju tim potencijalnim patogenima da uzrokuju bolest.

Izvor: (Parker, R. (2011).



# Filozofija kontrole bolesti

- Kontrola bolesti u akvakulturi obično se pokušava pod pretpostavkom da je odsutnost patogena željeno stanje.
- Međutim, šanse za pokretanje akvakulture bez ikakvih potencijalnih patogena u sustavu vrlo su male i postavlja se pitanje je li isplativo postići stanje bez patogena. Ova strategija 'potpune eliminacije patogena' klasičan je pristup kontroli bolesti: patogenocentrični pristup.

Source: Lucas et al. (2019)





# Smanjenje i upravljanje rizicima od bolesti akvatičnih životinja koje utječu na sigurnost opskrbe hranom

Upravljanje rizicima od bolesti akvatičnih životinja može se rješavati na različitim razinama i na različite načine:

1. Prevencija: smanjenje vjerojatnosti nastanka rizika;
2. Ublažavanje: smanjenje utjecaja koji će donijeti rizični događaj i kada sve ostalo nije uspjelo;
3. Suočavanje: smanjenje utjecaja događaja rizika koji se dogodio.

Izvori: (Holzmann, 2001.), Utjecaji klimatskih promjena na ribarstvo i akvakulturu: sinteza postojećih spoznaja, mogućnosti prilagodbe i ublažavanja, 2018.

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

2023-1-LT01-KA220-HED-000154247



# Generalizirane tehnike upravljanja bolestim

Najvažniji čimbenik za kretanje i unošenje patogena na farme na bilo kojoj geografskoj razini, je kretanje životinja. To uključuje:

- matični stok;
- ličinke za nasad;
- alternativni domaćini;
- smrznuti proizvodi za ljudsku prehranu;
- hrana za akvakulturu; i
- mamac.

Source: Lucas et al. (2019)



# Genetski inženjering, selekcija

## potpomognuta markerima i CRISPR

- Biotehnologije, uključujući kontrolu spola, poliploidizaciju, ginogenezu i androgenezu, odigrale su važnu ulogu u poboljšanju produktivnosti akvakulture.
- Genetsko poboljšanje kroz uzgoj bilo je ključno za procvat svjetske akvakulture.
- Kombinacija molekularnih tehnologija u postojeće uzgojne programe značajno je ubrzala genetsko poboljšanje nekih vrsta akvakulture.
- Selekcija potpomognuta markerima (MAS) već je primijenjena za poboljšanje otpornosti na bolesti (na primjer, otpornost na IPN kod lososa).
- Genomska selekcija (GS) je novi pristup molekularnom uzgoju. GS koristi mnoge markere kao prediktore performansi i posljedično daje točnija predviđanja uzgojnih vrijednosti.
- Uređivanje genoma (GE) pomoću CRISPR/Cas može ubrzati genetsko poboljšanje vrsta u akvakulturi kada su poznati geni koje treba urediti.

Izvor: 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



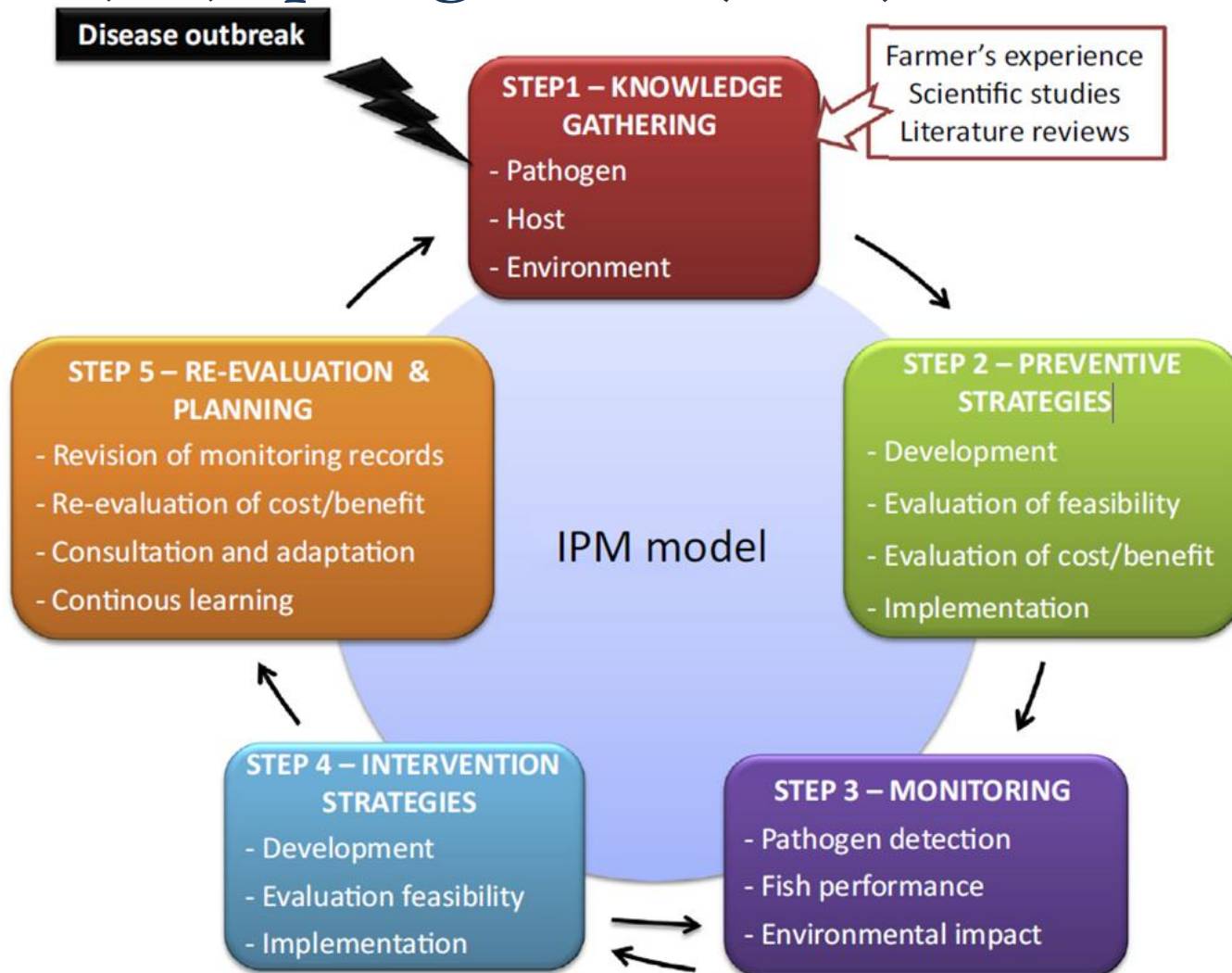
**A. Technologies applied to aquaculture    B. Important components in aquaculture**

**Tehnologije u akvakulturi koje dovode do brzog povećanja  
proizvodnje**

Izvor: Yue & Shen, 2021.



# Proces razvoja strategija integriranog upravljanja patogenima (IPM) za bolesti riba



Izvor: Jeney, 2017.



# Utjecaj globalnog zatopljenja na pravilan odabir lokacije

- Ovisno o vrsti sustava uzgoja i vrsti koja se uzgaja, pravilan odabir mjesta može značajno smanjiti rizik od prijenosa bolesti.
- Odgovarajuća mjesta osiguravaju uvjete okoliša (temperatura vode, salinitet i tako dalje) koji minimiziraju fiziološki stres, čime se smanjuje učestalost i ozbiljnost zaraznih bolesti u objektu.
- Odgovarajuća mjesta također smanjuju vjerojatnost da će prirodni fenomeni (kao što su poplave, olujni udari ili velika mora) uzrokovati kršenje biološke sigurnosti objekta koje omogućuje ispuštanje patogena ili bijeg zaraženih riba.
- Zbog globalnog zatopljenja možda će biti potrebno ojačati postojeću strukturu, podići objekte kako bi se spriječila šteta od poplava i ugraditi fleksibilne i otporne sustave, razviti i održavati planove za hitne slučajeve za rješavanje štete na infrastrukturi, problema s kvalitetom vode i izbijanja bolesti uzrokovanih ekstremnim vremenskim uvjetima.



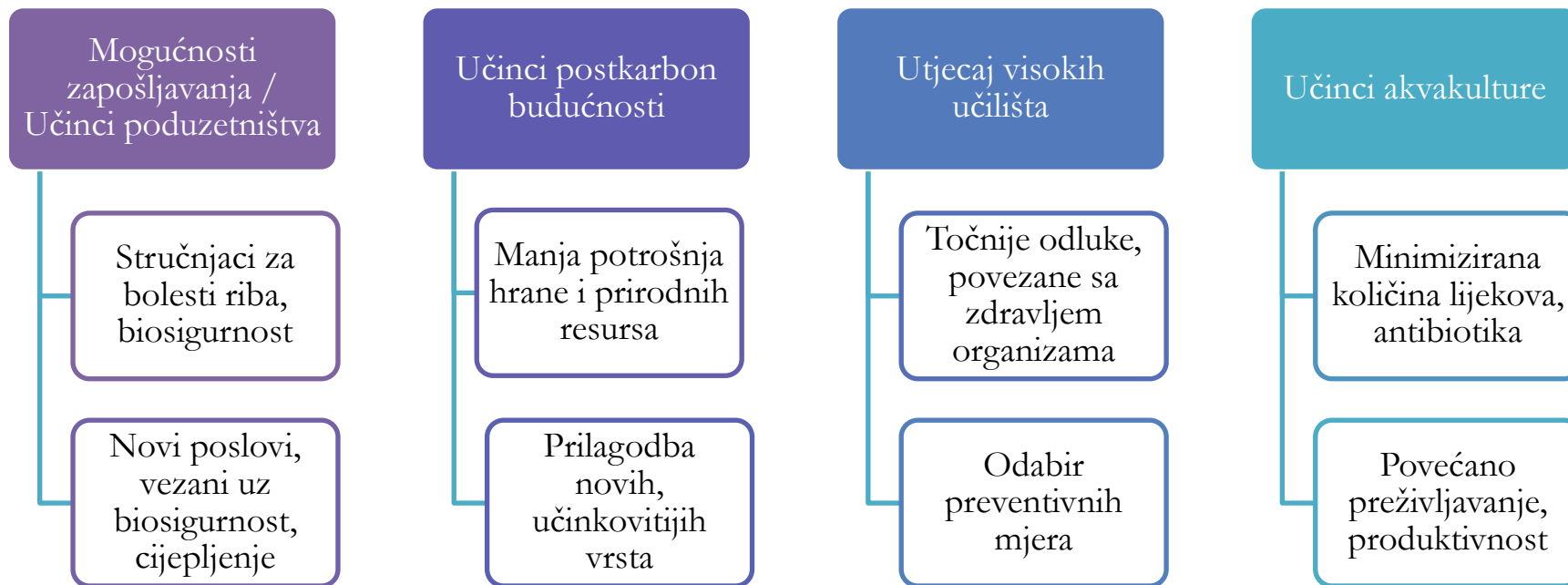
Uvedite radne listove s pitanjima na koja treba odgovoriti

# AKTIVNOST STUDIJE SLUČAJA





# Kako sadržaj ovog modula može promovirati:







Ideje za aktivnosti:

1. Grupne prezentacije o studijama slučaja bolesti
2. Laboratorijski pokusi na biotehnološkim metodama
3. Evaluacija biosigurnosnih mjera akvakulturnih uzgajališta
3. Čitanje i rasprava o biotehnološkim inovacijama

# AKTIVNOST KRITIČKOG RAZMIŠLJANJA



Budući učinci globalnog zatopljenja na bolesti u akvakulturi i zaštitnim primjenama

## DIO 3



# Buduće istraživanje i razvoj

- Ključni megatrend je ubrzanje tehnoloških promjena, posebno biotehnologije, nanotehnologije te informacijske i računalne tehnologije.
- "Internet stvari" podupirat će se razvojem senzora, automatizacije, autonomnih strojeva, bespilotnih letjelica i podmornica.
- Digitalne i robotske tehnologije sve će više povećavati ili zamjenjivati radnike.
- Ključna područja za inovacije su hrana za životinje, genetsko poboljšanje, kontrola bolesti, proizvodnja sjemeni i sustavi proizvodnje uzgoja.
- Intenzivna suradnja s istraživačima i institucijama na istraživanju novih tehnologija, sojeva otpornih na bolesti i prilagodljivih praksi upravljanja trebala bi biti način za minimiziranje utjecaja globalnog zatopljenja i učinkovite prakse upravljanja bolestima.



Ideje za aktivnosti:

- Pronađite videozapise koji jednostavno opisuju kako „Učinci globalnog zatopljenja na bolesti u akvakulturi i zaštitnim primjenama "mogu izgledati u bliskoj budućnosti
- U grupama osmisliti društvo koje funkcionira na temelju koncepta „Učinci globalnog zatopljenja na bolesti u akvakulturi i zaštitne primjene,,
- 1. Grupni projekt za izradu sveobuhvatnog plana upravljanja zdravljem u akvakulturi
- 2. Razredna rasprava o mjerama politike za potporu održivim praksama

# IGRANJE ULOGA/ISTRAŽIVAČKA AKTIVNOST

# Literatura

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.