



Funded by
the European Union



Skaitmeninė mėlynoji karjera įveikus anglies krizę - akvakultūros mokymo programos naujovės [DiBluCa]
2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

5 MODULIS. Ligos akvakultūroje klimato kaitos kontekste ir apsaugos priemonės

Atvejo analizė ir darbo aprašas

AUTORIAI

1. Doc. dr. Gražina Žibienė, Vytauto Didžiojo universitetas, Lietuva
2. Alvydas Žibas, Akvakultūros centro vadovas, Vytauto Didžiojo universitetas, Lietuva

Turinys

1 ATVEJO ANALIZĖ: atlantinių lašišų žiaunų būklė šiltėjančiame pasaulyje	2
1 ATVEJO ANALIZĖ – darbo lapo klausimai	5
2 ATVEJO ANALIZĖ: biologinė sauga Norvegijos akvakultūroje – rizika ir priemonės RAS įrenginiuose.....	6
2 ATVEJO ANALIZĖ – darbo lapo klausimai	8



Funded by
the European Union



Skaitmeninė mėlynoji karjera įveikus anglies krizę - akvakultūros mokymo programos naujovės [DiBluCa]
2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

1 ATVEJO ANALIZĖ: atlantinių lašišų žiaunų būklė šiltėjančiame pasaulyje

Ivadas

Šiame tyrime aptariamas klimato kaitos poveikis atlantinių lašišų žiaunoms. Tai pagrindinė žuvų rūšis, auginama daugelyje šalių, įskaitant Jungtinę Karalystę, Norvegiją ir Čilę. Atlantinės lašišos jūrinės stadijos metu daugiausia auginamos atvirų tinklų aptvaruose, todėl jas nuolat veikia vandenynas ir visa, kas jame yra, todėl daugiausia dėmesio skiriama šiai stadijai, nes ji labiausiai susijusi su klimato ir aplinkos pokyčiais. Šios atvejo analizės šaltinis – Rowley ir kt. (2024) straipsnis „[Diseases of marine fish and shellfish in an age of rapid climate change](#)“, kuriame analizuojamas spartėjančios klimato kaitos poveikis jūrinių žuvų ir vėžiagyvių ligoms.

Aprašymas

Žiaunos – tai itin svarbus organas, sudarytas iš vieno sluoksnio epitelio ir gleivės gaminančių ląstelių, skiriančių išorinę aplinką nuo vidinės kraujotakos. Jos atlieka daugybę svarbių funkcijų: užtikrina kvėpavimą, osmoreguliaciją, azotinių medžiagų išskyrimą, pH palaikymą, dalyvauja hormonų gamyboje bei saugo vidaus organus nuo aplinkos poveikio. Be fiziologinių funkcijų, žiaunos taip pat pripažįstamos svarbiu imuniniu organu, nes veikia kaip pagrindinis gleivinės barjeras. Žiaunų gleivėse gausu antikūnų, antimikrobinių peptidų ir signalinių molekulių, kurios reguliuoja vietines imunines reakcijas. Lašišų žiaunų funkcijas lemia sudėtinga fiziologinių, imunologinių, aplinkos veiksnių bei infekcijų ir neinfekcinių stresorių sąveika, kuri neretai apima ir kitus organus. Vis dėlto daugeliu atvejų žiaunos yra pirmoji ir pagrindinė vieta, kur pasireiškia neigiamas aplinkos poveikis, nes tai – labai plonas barjeras tarp žuvies ir ją supančio vandenyno.

Žiaunų ligos ir lašišų auginimas

Sutrikusi žiaunų veikla, arba žiaunų liga, pasireiškia tada, kai dėl infekcinių ar neinfekcinių veiksnių atsiranda pastebimų pokyčių, turinčių įtakos žiaunų funkcijoms (1 pav.). Daugelis žiaunų funkcijų sutrikimų prasideda nuo žiaunų pažeidimų, kurie vėliau sukelia infekcijos sukėlėjų kolonizaciją, sumažėjusį žiaunų funkcionalumą, o daugeliu atvejų ir tolesnį poveikį kitiems žuvų organams. Atlantinių lašišų žiaunų ligas gali sukelti arba jos gali būti susijusios su daugeliu įvairių infekcinių ligų sukėlėjų, parazitų, bakterinių patogenų ir virusų. Neinfekcinės žiaunų ligas sukelia zooplanktono ir medūzų nematocistos, žalingų dumblių sukeltos žiaunų ligos ir su cheminėmis medžiagomis ir (arba) toksinais susijusios žiaunų ligos. Pagrindinis sąlytis su žuvimi dažnai prasideda nuo dirginančio (pvz., aštraus ar abrazyvinio) poveikio, kurį sukelia tam tikras aplinkos veiksnys. Kartais tai būna lydima toksinų išsiskyrimo, pavyzdžiui, kai kurių fitoplanktono rūšių, ir antrinių infekcijų. Dažnai pagrindiniai patologiniai pakitimai būna nespecifiniai, dažnai daugiakartiniai, o pirminė priežastis nenustatoma. Tokiais atvejais būklė vadinama kompleksine žiaunų liga. Žiaunų ligos pažeidžia lašišas gėlo ir sūraus vandens stadijose, pavyzdžiui, lašišų žiaunų raupti virusas gali sukelti didelį mirtingumą abiejose šiose stadijose.



1 pav. Atlantinių lašišų (*Salmo salar*) žiaunų ligos pavyzdys (Rowley ir kt., 2024)



Klimato kaita ir lašišų žiaunų sveikata

Bene svarbiausi klimato kaitos padariniai daugumai lašišas auginančių šalių yra šiltesnės vasaros ir ne tokios šaltos žiemos. Šiltesnės vasaros, kai kyla problemų, ir mažiau šaltų žiemų, kai ligos neišnyksta ir tampa lėtinėmis. Yra du gerai aprašyti žiaunų ligų sukėlėjų ir žiaunų sveikatos tyrimai, kurių metu buvo stebimas žuvų auginimo ciklas komercinėse Škotijos vietose¹ ir Norvegijoje².

Abiem atvejais žiaunų ligų ir patologijų padaugėjo vasaros pabaigoje, rudenį ir žiemos pradžioje, o pavasarį jų nebeliko. Iš analizės pašalinus sezoną, nustatytas reikšmingas ryšys su vandens temperatūra. Dėl lašišų auginimo vietovėse vyraujančios aukštesnės žiemos temperatūros žuvys negalėjo išsivalyti nuo žiaunų parazitų, todėl padidėjo žiaunų patologija, taigi ir mirtingumas.

Padidėjusi temperatūra gali tiesiogiai paveikti lašišas. Pavyzdžiui, ekstremalios vasaros temperatūros yra susijusios su masiniu lašišų mirtingumu, kaip buvo pastebėta 2019 m. Niufaundlendo pakrantėje, kur kai kuriose vietose mirtingumas siekė 100 proc.³. Šie autoriai ištyrė lašišų fiziologiją ir elgseną jūros varžose natūralių šilto vandens reiškinių metu ir nurodė, kad padidėjus vandens temperatūrai padidėja širdies susitraukimų dažnis, o tai atspindi padidėjusį medžiagų apykaitos aktyvumą esant aukštesnei vandens temperatūrai. Bet koks žiaunų funkcijos neefektyvumas tokio streso sąlygomis turėtų neigiamų pasekmių. Šiltame vandenyje taip pat yra mažiau deguonies nei šaltame, tuo pačiu metu, kai vandens temperatūrai didėjant žuvys yra šaltakraužės, didėja jų medžiagų apykaitos greitis, taigi ir deguonies poreikis.

Besikeičiančios aplinkos sąlygos lašišų žiaunoms gali daryti netiesioginį poveikį, veikdamos lašišų infekcinių ligų sukėlėjus, pavyzdžiui, amebinės žiaunų ligos, kurie geriau dauginasi aukštesnėje temperatūroje ir esant didesniai vandens druskingumui⁴⁵. Pavyzdžiui, 15 °C temperatūroje laikomų žuvų infekcijų pasireiškimo apimtys padidėjo, palyginti su 10 °C temperatūra, buvo suformuluota prielaida, kad amebinės žiaunų ligos sukėlėjas *N. perurans* gali lengviau prisitvirtinti prie žiaunų ir greičiau augti aukštesnėje temperatūroje⁶. Neinfekcinių ligų sukėlėjai, galintys paveikti lašišų žiaunas, yra zooplanktono ir fitoplanktono žydėjimas, kuris yra susijęs su jūros vandens temperatūra⁷. Vidutinio klimato regionuose, kuriuose auginamos atlantinės lašišos, šiltėjantys vandenys beveik visada atsispindi tuo pačiu metu padidėjusiu planktono rūšių skaičiumi, kuris dažnai pastebimas pavasarinio žydėjimo metu. Šis produktyvumo padidėjimas taip pat gali padidinti patogenų kiekį. Žiaunoms užsikrėtus ir dėl uždegimo atsiradus patologijai, sutrinka žuvų gebėjimas fiziologiškai funkcionuoti. Kenksmingo zooplanktono ir kenksmingo fitoplanktono žydėjimo problema labiausiai tikėtina vasarą-rudenį, esant aukštesnei vandens temperatūrai.⁸

Privalumai

Šis pavyzdys įrodo akvakultūros veiklos sudėtingumą, jautrumą žuvų ligoms ar sutrikimams, ypač dėl klimato kaitos. Pašalinusi arba apribojusi ligų poveikį, žmonija galėtų beveik patenkinti jūros gėrybių poreikį.

Rekomenduojama (konkrečiam moduliui būdinga praktika)

Ligų plitimas yra atviros vandens akvakultūros problema, nepaisant tokių pasiekimų kaip vakcinų, dezinfekavimo sistemos, higienos procedūros ir ligų kontrolės zonos. Problemą galima išspręsti selektyviai veisiant ligoms atsparias žuvis

¹ Herrero, A., Rodger, H., Hayward, A.D., Cousens, C., Bron, J.E., Dagleish, M.P. ir Thompson, K.D. (2022). Prospective Longitudinal Study of Putative Agents Involved in Complex Gill Disorder in Atlantic salmon (*Salmo salar*). Pathogens 11, 878. <https://doi.org/10.3390/pathogens11080878>.

² Østevik, L., Stormoen, M., Hellberg, H., Kraugerud, M., Manji, F., Lie, K.I., Nødtvedt, A., Rodger, H., and Alarcon, M. (2022). A cohort study of gill infections, gill pathology and gill-related mortality in sea-farmed Atlantic salmon (*Salmo salar* L.): A descriptive analysis. J. Fish. Dis. 45, 1301–1321. <https://doi.org/10.1111/jfd.13662>.

³ Gamperl, A.K., Zrini, Z.A. ir Sandrelli, R.M. (2021). Atlantic Salmon (*Salmo salar*) Cage-site distribution, behavior, and physiology during a Newfoundland heat wave. Front. Physiol. 24, 719594. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.719594>.

⁴ Benedicenti, O., Pottinger, T.G., Collins, C., and Secombes, C.J. (2019). Effects of temperature on amoebic gill disease development: Does it play a role? J. Fish. Dis. 42, 1241–1258. <https://doi.org/10.1111/jfd.13047>.

⁵ Collins, C., Hall, M., Fordyce, M.J., and White, P. (2019). Survival and growth in vitro of *Paramoeba perurans* populations cultured under different salinities and temperatures. Protist 170, 153–167. <https://doi.org/10.1016/j.protis.2018.11.003>.

⁶ Beaugrand, G., and Reid, P.C. (2012). Relationships between North Atlantic salmon, plankton, and hydroclimatic change in the Northeast Atlantic. ICES J. Mar. Sci. 69, 1549–1562.

⁷ Dr'az, P.A., Pe' rez-Santos, I., Basti, L., Garreaud, R., Pinilla, E., Barrera, F., Tello, A., Schwerter, C., Arenas-Urbe, S., Soto-Riquelme, C., et al. (2023). The impact of local and climate change drivers on the formation, dynamics, and potential recurrence of a massive fish-killing microalgal bloom in Patagonian fjord. Sci. Total Environ. 865, 161288. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.161288>.

⁸ Clinton, M., Ferrier, D.E.K., Martin, S.A.M., and Brierley, A.S. (2021). Impacts of jellyfish on marine cage aquaculture: an overview of existing knowledge and the challenges to finfish health. ICES J. Mar. Sci. 78, 1557–1573. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fsaa254>.



Skaitmeninė mėlynoji karjera įveikus anglies krizę - akvakultūros mokymo programos naujovės [DiBluCa]
2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

populiacijas. Pažanga diagnostikos, patogenų nustatymo ir identifikavimo, mitybos, įskaitant funkcinį pašarą ir probiotikų naudojimą, srityse galėtų pagerinti auginamų vandens rūšių imuninę būklę ir bendrą kultūros aplinkos sveikatos valdymą.

Iššūkiai

- Dėl klimato kaitos ligų protrūkiai sausumoje ir vandenyje taps dažnesni, intensyvesni ir labiau paplitę.
- Dėl lašišų auginimo rajonuose vyraujančios šiltesnės žiemos temperatūros žuvis negalėjo išsivalyti nuo žiaunų parazitų, todėl padaugėjo žiaunų patologijų, o kartu ir mirtingumo atvejų.
- Gali būti sunku įvertinti klimato kaitos poveikį bendrai atlantinių lašišų žiaunų būklei. Daugiausia informacijos gaunama iš viešai skelbiamų duomenų apie žuvų mirtingumą, kuriam suteikiama žyma “dėl žiaunų ligų”.
- Apie tiesiogines ir netiesiogines žiaunų ligos gydymo išlaidas žinoma nedaug, todėl būtina geriau suprasti šios ligos mastą ir tai, kaip jis gali keistis dėl padidėjusios aplinkos temperatūros.

Aukščiau pateikta atvejo analizė yra adaptuota iš Rowley ir kt. (2024) straipsnio „Diseases of marine fish and shellfish in an age of rapid climate change“. Prieiga per internetą: [https://www.cell.com/iscience/fulltext/S2589-0042\(24\)02063-7](https://www.cell.com/iscience/fulltext/S2589-0042(24)02063-7).

Tekstas buvo sutrumpintas dėl atvejo analizės, tačiau formuluotė išliko tokia pati kaip originale. Norėdami perskaityti visą tekstą, apsilankykite šioje svetainėje: [https://www.cell.com/iscience/fulltext/S2589-0042\(24\)02063-7](https://www.cell.com/iscience/fulltext/S2589-0042(24)02063-7).



Funded by
the European Union



Skaitmeninė mėlynoji karjera įveikus anglies krizę - akvakultūros mokymo programos naujovės [DiBluCa]
2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

1 ATVEJO ANALIZĖ – darbo lapo klausimai

1. Kaip veikia pirmoje atvejo analizėje apibūdinta sistema?
2. Ar ši sistema gali būti įdiegta už regiono (šalies) ribų? Kaip tai galėtų atrodyti? (Jei turite, pateikite pavyzdį, remdamiesi savo gimtąja šalimi)
3. Apmąstykite ir lentelėje nurodykite 1 atvejo analizės privalumus ir trūkumus

	Privalumai	Iššūkiai
1.		
2.		
3.		



2 ATVEJO ANALIZĖ: biologinė sauga Norvegijos akvakultūroje – rizika ir priemonės RAS įrenginiuose

Išvadas

Biologinė sauga yra pagrindinė Norvegijos lašišų auginimo problema, nes dažnai pasitaiko ligų ir parazitų. Tęstinė gamyba priklauso nuo ligų ir parazitų prevencijos ir kontrolės. Rizikos veiksniai, susiję su RAS (RAS - recirkuliacinės akvakultūros sistemos) įrenginiais, skirstomi į keturias pagrindines grupes: patogenų patekimas į įrenginį, patogenų plitimas įrenginyje, patogenų augimas įrenginyje ir papildoma rizika. Nustatytiems rizikos veiksniams sumažinti siūlomos priemonės (Slette ir kt., 2024).

Aprašymas

Analizėje apžvelgtos rizikos valdymo galimybės RAS įrenginiuose. Kadangi lašišų auginimo ir transportavimo sistemose yra keli infekcijos etapai ir keliai, duomenys pateikiami pagal šias pagrindines rizikos veiksnių kategorijas:

1. Patogenų patekimo į RAS rizikos veiksniai.
2. Patogenų augimo RAS rizikos veiksniai.
3. Patogenų plitimo rizikos veiksniai RAS.
4. Papildomi RAS biologinės saugos rizikos veiksniai.

Rezultatai pateikiami straipsnyje. Tai rodo, kad yra daugybė rizikos valdymo galimybių, todėl reikia atsižvelgti į žinių stiprumą, pasekmes, konfliktus ir praktinį įgyvendinimą.

Galima kontroliuoti visas į RAS įrenginį įvežamas ir iš jo išvežamas medžiagas, tačiau tam reikia mažesnių skyrių, daugiau stebėsenos ir duomenų įžvalgų, taip pat pirmenybę teikti biologinės saugos priemonėms, pavyzdžiui, higieniniam dizainui ir kruopščiam valymui (Slette et al., 2024).

Privalumai

- Ši atvejo analizė rodo biologinio saugumo svarbą RAS ir įvairių priemonių įvairovę.
- Biologinės saugos rizikos veiksniai ir priemonės priklauso nuo konkretaus atvejo.
- Geresnis biologinės saugos rizikos veiksnių supratimas ir nauji sprendimai leis imtis tikslingų biologinės saugos priemonių, pašalinant nenumatytų padarinių galimybę ir aiškiai pagrindžiant jų įgyvendinimo ekonominį pagrįstumą.
- Biologinio saugumo priemonių taikymas gali padėti išvengti žuvų ligų, žūties ir finansinių nuostolių, taip pat nereikalingo vandens, energijos, pašarų ir kitų išteklių naudojimo arba juos sumažinti.

Rekomenduojama (konkrečiam moduliui būdinga praktika)

Europos ir nacionalinės žuvų sveikatos taisyklės reikalauja biologinės saugos planų, rizikos valdymo sistemų ir atitinkamų priemonių įgyvendinimo.

Išsiurbiamo ir išleidžiamojo vandens dezinfekavimas ir valymas yra esminės kliūtys, užkertančios kelią patogenų pernešimui ir plitimui RAS įrenginiuose.

RAS pramonė įgyvendino svarbias priemones biologinės saugos rizikai sumažinti. Daugiausia dėmesio skiriama biologinei saugai išvengti patogenų patekimo į aplinką, o šiai rizikai mažinti skiriama daug išteklių.

Visiškai išvengti patogenų patekimo į sistemą neįmanoma. Norint sumažinti patogenų patekimo į sistemą riziką, būtina projektuoti ir eksploatuoti RAS įrenginius, kurie sukuria patogenams nepalankią aplinką.

Tikėtina, kad priemonės verta įgyvendinti visoms RAS:

- Rekomenduojama filtruoti aukštos kokybės išsiurbiama vandenį.
- Užtikrinti, kad pašarų saugyklos ir su auginimo talpyklomis susijusios sistemos būtų uždarytos ir (arba) neprieinamos kenkėjams.
- Visų sistemos dalių, kurios koku nors būdu liečiasi su žuvimis ar vandeniu, įskaitant su pašarais susijusią įrangą, valymo procedūros.
- Biologinio užterštumo ir (arba) bioplėvelės valymas ir kitų galimų šeiminių pašalinimas iš visos sistemos



Funded by
the European Union



Skaitmeninė mėlynoji karjera įveikus anglies krizę - akvakultūros mokymo programos naujovės [DiBluCa]
2023-1-LT01-KA220-HED-000154247

tarp žuvų kartų.

- Mokyti visą personalą biologinės saugos principų ir didelės rizikos sričių.
- Geras vandens kokybės valdymas, vandens biotos tyrimai.

Iššūkiai

Igyvendinti biologinio saugumo priemonės gali trukdyti neaiškumai arba diskusijos dėl išlaidų. Net kai rizikos veiksniai yra aiškūs, priemonės gali būti nepraktiškos arba brangios. Prie to, kad priemonės neįgyvendinamos, prisideda sąnaudos, reglamentavimas ir rizikos veiksnių bei priemonių poveikio kiekybinio įvertinimo neapibrėžtumas.

Kai kurios priemonės gali turėti papildomų, nenumatytų padarinių.

*Aukščiau pateikta atvejo analizė yra adaptuota iš Slette, H. T., Salomonsen, C., Størkersen, K., Tveit, G. M., Misund, A. ir Lona, E. (2024). Biosafety in Norwegian Aquaculture—Risks and Measures in RAS Facilities and Well-Boats. *Reviews in Aquaculture*. *Reviews in Aquaculture*, nuoroda <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/raq.12979>. Tekstas buvo sutrumpintas dėl atvejo analizės, tačiau formuluotė liko tokia pati kaip originale. Norėdami perskaityti visą tekstą, apsilankykite šioje svetainėje:*

1. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/raq.12979>.

2 ATVEJO ANALIZĖ – darbo lapo klausimai

1. Kaip veikia antroje atvejo analizėje apibūdinta sistema?
2. Ar ši sistema gali būti įdiegta už regiono (šalies) ribų? Kaip tai galėtų atrodyti? (Jei turite, pateikite pavyzdį, remdamiesi savo gimtąja šalimi)
3. Apmąstykite ir lentelėje nurodykite 2 atvejo analizės privalumus ir trūkumus

	Privalumai	Iššūkiai
1.		
2.		
3.		