

Formas FRESH projektrapport

Formas diarienummer: 223-2013-297

Projekttitel: Djurskydd i moderna produktionssystem för fisk

Projektledare: Lotta Berg (ursprungligen Bo Algers), Institutionen för husdjurens miljö och hälsa, Sveriges Lantbruksuniversitet, Box 234, 532 23 Skara.

Medlemmar i forskargruppen

Bo Algers, SLU, Lotta Berg, SLU, Anders Kiessling, SLU, Torbjörn Lundh, SLU, David Huyben, SLU, Aleksandar Vidakovic, SLU, Kristina Snuttan Sundell, GU, Michael Axelsson, GU, Albin Gräns, SLU, Henrik Sundh, GU, Erik Sandblom, GU and Jeroen Brijs, GU/SLU.

Populärvetenskaplig sammanfattning på svenska

Bakgrund och syfte

Flera nationella och internationella utredningar har visat att djurvälferden hos fisk inom vattenbruk i många avseenden är undermålig. Djurvälferd är ett komplext område som består av en kombination av allt ifrån veterinärmedicin och näringslära till fysiologiska och beteendemässiga behov. Målet med projektet, som benämns med akronymen "FRESH" (Fish REaring and Stress Hazards) var att binda samman ett antal av de vetenskaper som behövs för att förstå djurets olika behov och upptäcka välfärdshot med hjälp av fysiologiska analysmetoder. En av de stora utmaningarna med djurskydd för fisk är att det är svårt att bedöma fiskars stress, lidande och välfärd då de saknar många av de ansiktsuttryck och beteenden som signalerar negativ stress, sjukdom, smärta och obehag hos andra djurslag. Fiskar kan istället signalera rädsla genom flyktbeteende, men även "frysning", d.v.s. att den håller sig helt stilla och även minskar antal hjärtslag och andningsfrekvens. Dessa signaler kan vara svåra för oss att uppfatta i en odlingsmiljö, som t.ex. vid håvning, sortering, transport, vaccination med mera. Än mer svårt är biologiska effekter av foder, då det är nästan omöjligt att studera foderintag hos enskilda fiskar hållna i grupp. Detta är ett allt viktigare område då vi nu ser en mycket snabb utveckling av nya och mer miljövänliga foderråvaror från insekter och mikroorganismer.

Syftet med projektet var att grundligt kartlägga en rad olika fysiologiska stressindikatorer för att öka kunskaperna om fiskars välfärd i odling, i relation till hantering (håvning, pumpning, vaccination, transport), fodersammansättning mm. Ett ytterligare syfte var att skapa en högklassig forskningsplattform vad gäller välfärd för odlad fisk.

Teori och metod

Projektet genomfördes som ett samarbete mellan forskargrupper på Sveriges lantbruksuniversitet (SLU) och Göteborgs universitet (GU). De laboriebaserade försöken utfördes på Institutionen för biologi och miljövetenskap (GU), vattenbrukscentrum Norr AB och Veterinärmedicinskt och

husdjursvetenskapligt centrum (SLU). Odlingsförsöken utfördes på fiskodlingar både i Sverige och på Åland. Arterna som studerades var regnbåge och fjällröding, vilka är de två vanligast förekommande inom svenskt vattenbruk.

För att kunna få en uppfattning om vad som är stressande för fisken måste vi först studera fiskens fysiologiska stressreaktioner; d.v.s. vad den uppfattar som stress och hur den reagerar på denna stress. Ofta kan det vara svårt att i laboratoriemiljö helt efterlikna en specifik odlingssituation då det är så många olika faktorer som spelar in, så det bästa är att kunna mäta hur fisken reagerar på eventuell stress när den verkligen befinner sig i odlingen. Nyutvecklad biologingsteknik gav oss möjlighet att använda så kallade "fokalfiskar", vilket innebär att ett antal fiskar i en odlingstank eller kasse får en liten biologger, som kan mäta t.ex. blodflöde, hjärtfrekvens och blodtryck, inopererad. Fisken släpps sedan tillbaka i odlingen. En tid senare fångas fiskarna in igen och man kan nu avläsa hur olika situationer i odlingen har påverkat deras fysiologi.

I de laboratoriebaseade studierna utvärderades en rad olika fysiologiska variabler och deras koppling till fiskarnas allmänna hälsa, tarmhälsa, prestationsförmåga och stressrespons. Exempel på några av de undersökta variablerna är, stresshormoner, blodkemi, tarmflora, tarmens barriärfunktion, näringsupptag, ämnesomsättning samt olika effekter på hjärtkärlsystemet. I stort kan man dela in de studier som ingick i projektet i följande tre arbetsområden. 1) Effekten av alternativa proteinkällor i fiskfoder, 2) Effekter av akut och kronisk stress på hjärta, kärl, mage och tarm, 3) Kontinuerlig fysiologisk välfärdsutvärdering i odlad fisk.

Huvudresultat & slutsatser

För att kunna förbättra djurvälferden för odlad fisk är det nödvändigt att finna pålitliga välfärdsindikatorer som gör det möjligt att identifiera bakomliggande orsaker till stress så att olika alternativ för djurhanteringen kan övervägas och risken för dålig djurvälferd lättare kan bedömas vilket möjliggör att sätta in nödvändiga åtgärder innan skadliga konsekvenser (t.ex. sjukdom) av stressen uppstår. Resultaten från våra studier inom de tre arbetsområden visar att; 1) det finns goda möjligheter för att i framtiden byta ut fiskolja och fiskmjöl mot alternativa proteinkällor så som musselmjöl och jäst i fiskfoder, och samtidigt uppnå för fiskens hälsa och välfärd positiva effekter 2) det finns kopplingar mellan hjärtsjukdomar och stress även hos fiskar samt att magtarmkanalen är ett multifunktionellt organ med ansvar för en rad stresskänsliga processer som påverkar fiskarnas välfärd, 3) vi med hjälp av implanterbara biosensorer kan följa ett antal utvalda djur och undersöka hur de reagerar och påverkas av olika kritiska och vardagliga situationer i odlingen och på så sätt få en inblick i hur odlade fisk mår.

Vad gäller målet att skapa en högklassig svensk forskningsplattform runt välfärd hos odlad fisk så anser vi att detta mål uppnåtts. Projektet har inte bara resulterat i ett stort antal vetenskapliga artiklar och ett antal avhandlingar, utan även i ett väl fungerande samarbete mellan forskare från olika universitet och discipliner. Gruppen har, i olika konstellationer, även senare beviljats anslag (från bl.a. Formas) för att fortsätta forskningen på det aktuella området.

Men våra resultat visar också tydligt hur begränsad vår kunskap är om den ytterst komplexa reaktion som stress innebär och hur stress i fiskodling påverkar fiskars välfärd. I de i många olika laboratoriebaseade delförsöken har vi börja reda ut hur förändringar i en rad olika fysiologiska system (t.ex. förändringar i nivåer av stresshormoner, tarmflora, tarmbarriären, metabolismen, omregleringen och cirkulationen) påverkar välfärden av odlad fisk. Fler studier kommer att behövas innan vi fullt ut kan förstå vikten av alla dessa faktorer och hur de interagerar med varandra.

Populärvetenskaplig publicering mm

Inom ramen för projektet har vi tagit fram olika typer av undervisningsmaterial, samt bland annat följande populärvetenskapliga artiklar:

- Vidakovic, A., Fungi and mussels in diets for fish. LEARN Newsletter No 15, Oct 2015.
- Gräns, A., Sund, H, Sandblom, E., 2015. Hur mår den odlade fisken? Havsutsikt (1): 10-12.
- Gräns, A. Fiskars upplevelser i fokus. Tidningen Djurskyddet, nr 3 2016, sid 32-34.

Till detta kommer muntliga populärvetenskapliga presentationer, t.ex. vid ett seminarium på Almedalsveckan 2017, och ett antal tillfällen då forskare från gruppen medverkat i tidningar, radio och TV:

- Vetenskapens värld, 2014-04-07
<http://sverigesradio.se/sida/avsnitt/350022?programid=412>
- Kossornas Planet, 2015-06-12,
<http://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=3253&artikel=6163021>
- Åländsk radio, 2016-04-18, <http://www.radiotv.ax/nyheter/nu-skall-odlad-fisk-ma-battre>
och <http://svenska.yle.fi/artikel/2016/04/18/nu-skall-odlad-fisk-ma-battre>

Vetenskapliga artiklar publicerade i internationella review-granskade tidskrifter

- Brijs J, Gräns A, Ekström A, Olsson C, Axelsson M & Sandblom E (2016), Cardiorespiratory up-regulation during seawater acclimation in rainbow trout: Effects on gastrointestinal perfusion and post-prandial responses. *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 310, R858-R865
- Brijs J, Sandblom E, Sundh H, Gräns A, Hinchcliffe J, Ekström A, Sundell K, Olsson C, Axelsson M & Pichaud N (2017). Increased efficiency of mitochondria minimizes metabolic costs of rainbow trout when at sea. *Scientific reports*, 7:45778
- Brijs J, Hennig G.W, Gräns A, Dekens E, Axelsson M & Olsson C (2017). Exposure to seawater increases intestinal motility in euryhaline rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Journal of experimental Biology*, 220, 2397-2408
- Brijs J, Axelsson M, Gräns A, Pichaud N, Olsson C & Sandblom E (2015). Increased gastrointestinal blood flow but unchanged energy expenditure in euryhaline fish transitioning to seawater. *Scientific reports*, 5:10430
- Ekström A, Axelsson M, Gräns A, Brijs J & Sandblom E (2017). Influence of the coronary circulation on thermal tolerance and cardiac performance during warming in rainbow trout". *American Journal of Physiology - Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 312:R549-R558

- Ekström A, Hellgren K, Gräns A, Pichaud N & Sandblom E (2016), Dynamic changes in scope for heart rate and cardiac autonomic control during warm acclimation in rainbow trout. *Journal of Experimental Biology*, 219, 1106-1109
- Ekström A, Axelsson M, Gräns A, Brijs J, & Sandblom E, (2017). Influence of the coronary circulation on thermal tolerance and cardiac performance during warming in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol* 1;312(4):R549-R558. doi: 10.1152/ajpregu.00536.2016.
- Gräns A, Niklasson L, Sandblom E, Sundell K, Algiers B, Berg C, Lundh T, Axelsson M, Sundh H & Kiessling A (2016). Stunning fish with CO₂ or electricity, seemingly contradictory results on behavioural and physiological stress responses. *Animal*. 10(2), 294-301
- Gräns A, Sandblom E, Kiessling A & Axelsson M (2014). Post-surgical analgesia in rainbow trout: Is reduced cardioventilatory activity a sign of improved animal welfare or the adverse effects of an opioid drug?, *PLoS ONE*, 9, e95283
- Huyben D, Vidakovic A, Nyman A, Langeland M, Lundh T & Kiessling A (2016). Effects of dietary yeast inclusion and acute stress on postprandial whole blood profiles of dorsal aorta-cannulated rainbow trout *Fish Physiol Biochem* (2016). doi:10.1007/s10695-016-0297-0
- Huyben D, Vidakovic A, Langeland M, Nyman A, Lundh T and Kiessling A 2017. Effects of dietary yeast inclusion and acute stress on post-prandial plasma free amino acid profiles of dorsal aorta-cannulated rainbow trout. *Aquaculture nutrition* 10.1111/anu.12551 *accepted 20170105*.
- Huyben D, Nyman A, Vidakovic A, Dicksved J, Passoth V, Moccia R, Kiessling A & Lundh T (2017). Effects of feeding yeasts, *Saccharomyces cerevisiae* and *Wickerhamomyces anomalus*, on gut microbiota in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) *Aquaculture accepted 20170311*
- Huyben D., Sun L. Moccia R, Kiessling A., Dicksved J. and Lundh T. 2018. Gut microbiota of rainbow trout induced by high dietary inclusion of live yeast and increased water temperature *Applied Microbiology* 10.1111/jam.13738 *accepted 20180221* ,
- Johansen I.B, Sandblom E, Skov P.V, Gräns A, Ekström A, Lunde I.G, Vindas A.V, Zhang L, Höglund E, Frisk M, Sjaastad I, Nilsson G.E & Øverli Ø (2017). Bigger is not better: Cortisol-induced cardiac growth and dysfunction in salmonids. *Journal of experimental Biology* 220 14, 2545-2553
- Nyman A, Huyben D, Lundh T & Dicksved J (2017). Effects of microbial and mussel diets on the gut microbiota in Arctic charr (*Salvelinus alpinus*) *Aquaculture reports* 5: 34-40. DOI: 10.1016/j.aqrep.2016.12.003
- Seth H, Axelsson M & Gräns A (2014). The peptide hormone cholecystokinin modulates the tonus and compliance of the bulbus arteriosus and pre-branchial vessels of the rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 178, 18-23

- Vidakovic A, Langeland M, Sundh H, Sundell K, Olstorpe M, Vielma J, Kiessling A, & Lundh T (2015). Evaluation of growth performance and intestinal barrier function in Arctic Charr (*Salvelinus alpinus*) fed yeast (*Saccaromyces cerevisiae*), fungi (*Rhizopus oryzae*) and blue mussel (*Mytilus edulis*). *Aquaculture Nutrition* 2015: doi: 10.1111/anu.12344.

Doktors- och licentiatavhandlingar

- Vidaković A (2015). Fungal and Mussel Protein Sources in Fish Feed: Nutritional and Physiological aspects. Doctoral/PhD Thesis, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science, *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae* 2015:90; SLU Uppsala. ISSN 1652-6880, ISBN (print version) 978-91-576-8378-6, ISBN (electronic version) 978-91-576-8379-3.
- Nyman, A (2016). Single Cell Protein in Fish Feed: Effects on Gut Microbiota. Licentiate Thesis, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science; SLU Uppsala. ISSN 0347-9838 ISBN (print version) 978-91-576-9425-6 ISBN (electronic version) 978-91-576-9426-3.
- Huyben, D (2017). Effects of feeding yeasts on blood physiology and gut microbiota of rainbow trout. PhD theses, Faculty of Veterinary Medicine and Animal Science; SLU Uppsala. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae* 2017:69, ISBN 978-91-7760-028-2 (print version) eISBN 978-91-7760-029-9 (electronic version)
- Ekström, A (2017), Thermal tolerance in teleost fish –importance of cardiac oxygen supply, ATP production and autonomic control, Department of biological and environmental sciences, University of Gothenburg, ISBN 978-91-629-0087-8
- Brijs, J (2017), Gastrointestinal Motility and Blood Flow in Teleosts during Digestion and Osmoregulation, Department of biological and environmental sciences, University of Gothenburg, ISBN 978-91-629-0043-4

I tillägg till detta har minst 18 kongressabstracts hittills publicerats inom ramen för Projektet.