

## Formål og resultater

Formålet med OptiFish-projektet var at belyse forskellige fodertypers effekter på fiskesundheden. Projektet har vist, at ingrediensstypen i foderet har større betydning for fiskens tarmflora, end hvorvidt foderet er af økologisk eller konventionel oprindelse. Der sås tydelig en forskel i tarmens bakteriesammensætning – tarmmikrobiotaen – ved brug af foder, som indeholdt ærteprotein, mens det var af mindre betydning for tarmens mikrobiota, om den tilsatte olie var af marin eller vegetabilsk oprindelse. Smitteforsøg viste, at der ikke var nogen forskel i overlevelse af fisk mellem de afprøvede fodertype-grupper. De undersøgte fodertyper har derfor sandsynligvis lige gode helbredsmæssige effekter. Projektets resultater tyder på, at regnbueørredyngel, der får økologisk foder, får samme sundhedsstatus som fisk, der får konventionelt foder.

## Økologisk foder lige så godt for regnbueørredyngel som konventionelt

Der er en maksimal grænse for, hvor mange gange i livsforløbet en økologisk fisk må behandles med antibiotika. Antibiotikareglerne er imidlertid svære at overholde på grund af gentagne udbrud af sygdommen Yngeldødelighedssyndromet (YDS), som skyldes bakterien *Flavobacterium psychrophilum*.

Udfordringen for de økologiske producenter er med andre ord at undgå, at fiskene bliver syge. Det kan bl.a. sikres med en diæt, der styrker immunforsvaret og dermed nedsætter fiskens risiko for at blive syg. Endvidere ved man fra lakseopdræt, at vegetabiliske proteinkilder som f.eks. sojamel i foderet kan påvirke tarmslimhinden og give betændelse, der svækker fiskens immunstatus og gør den mere modtagelig for infektion.

I OptiFish har vi undersøgt, hvordan økologiske fodertyper med indhold af forskellige mængder af marine og vegetabiliske foderemner samt med og uden probiotika (f.eks. mælkesyrebakterier) påvirker regnbueørredens tarm, den bakterielle tarmflora samt overlevelsen hos fisk i forbindelse med infektioner.

### Foderforsøg

De fleste undersøgelser i projektet er baseret på prøver taget under to store foderforsøg, hvor grupper af regnbueørreder er blevet fodret med forskellige fodertyper fra foderstart, til fiskene har opnået en vægt på ca. 8 g. I foderforsøg I blev kon-



	A	B	C	D	E
Fiskemel	x				
Fiskemel, afskær *		x	x	x	x
Krill mel	x				
Hydrolyseret fiskeprotein	x				
Ærteprotein				x	x
Hvedegluten	x				
Økologisk hvedegluten		x	x	x	x
Hvedemel	x				
Økologisk hvedemel		x	x	x	x
Fiskeolie	x				
Fiskeolie (vildfanget og/eller afskær)*		x		x	
Økologisk rapsolie			x		x
Premix	x				
Økologisk premix		x	x	x	x
Probiotika	x	x	x	x	x

\*=Godkendt til foder til økologiske fisk

Tabel 1: Sammensætningen af de enkelte diættyper, der blev undersøgt i foderforsøg II

ventionelle marine fodertyper sammenholdt med vegetabiliske diæter indeholdende både rapsolie og ærteprotein.

Vegetabiliske diæter viste sig at have en positiv effekt på sammensætningen af den bakterielle tarmflora, idet der var en højere forekomst af gavnlige mælkesyre-bakterier hos fiskene i forsøget. Det kunne dog ikke afgøres, om det skyldtes rapsolien eller ærteprotein. Derfor var de afprøvede diæter i foderforsøg II enten tilsat rapsolie, ærteprotein eller begge dele (tabel 1). Det anvendte probiotikum,

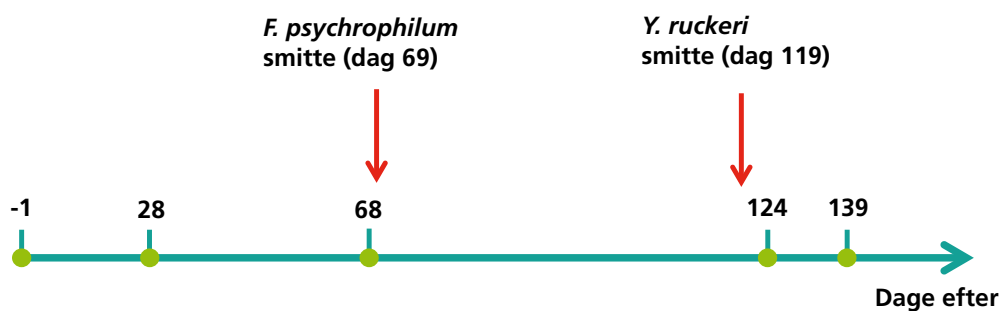
der er godkendt som tilsætning til fiskefoder, fra første forsøgsrunde så i den afprøvede dosering og forsøgsopsætning (herunder at fiskene ikke var fodret mindst 24 timer før prøvetagning) ikke ud til at have nogen tydelig effekt hverken på tarmfloras sammensætning i fisken eller i forbindelse med smitteforsøg med bakterielle fiskepatogener. Da probiotikaet er tilsat som standard i diættype A (der svarer til kommercielt yngelfoder), blev det tilsat alle diæter i foderforsøg II.

Undervejs i foderforsøget blev der bl.a. udtaget prøver til molekulære undersøgelser af bakteriesammensætningen i tarmen samt prøver til undersøgelse af immunforsvaret hos ynglen (figur 1). Endvidere blev der i løbet af perioden foretaget to smitteforsøg med sygdomsfremkaldende bakterier (figur 1) på delgrupper af fiskene, som var fodret med de forskellige diættyper. Formålet var at undersøge, om der var forskel på infektionsforløbet i fisk, som kunne tilskrives foderet – altså om det havde nogen betydning, om det var af marin eller vegetabilisk oprindelse, eller om det var økologisk eller ikke-økologisk.

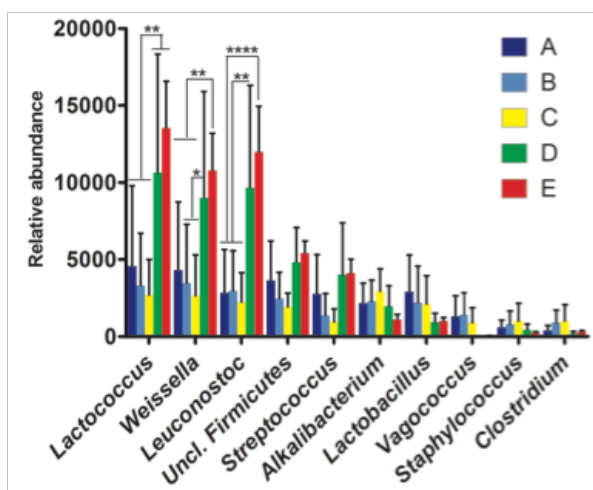
Der blev foretaget smitteforsøg under begge foderforsøg. Smitte med *Flavobacterium psychrophilum* (årsag til YDS) blev foretaget på fisk med en størrelse på 1,5 gram, mens smitte med *Yersinia ruckeri* (årsag til rødmandsyge) blev foretaget på 4 grams fisk. Der var ikke statistisk forskel på dødelighederne i de enkelte fodergrupper inden for de enkelte smitteforsøg.

## Probiotika tilsat foderet

Et af formålene med projektet OptiFish var også at undersøge, hvordan probiotiske bakterier (f.eks. mælkesyrebakterier) tilsat foderet indvirker på den bakterielle tarmflora og dermed også eventuelt på sundheden hos regnbueørredynglen. Hos andre



Figur 1: De enkelte prøvetagninger i foderforsøg II. Smitte med *Flavobacterium psychrophilum* og *Yersinia ruckeri* blev foretaget på hhv. dag 69 og 119 dage efter foderstart



Figur 2. De ti mest forekommende bakterielle familier inden for phylum Firmicutes på dag 28 efter startfodring for hver af de undersøgte diættyper (A-E) i foderforsøg II

dyrearter er det vist, at mælkesyrebakterier kan danne en form for barriere – et "lag" – på tarmvæggen, så de uønskede bakterier har sværere ved at etablere sig i tarmen. Endvidere kan mælkesyrebakterierne ved deres tilstedeværelse gøre vækstbetingelserne vanskeligere for de sygdomsfremkaldende bakterier i tarmen bl.a. ved at producere stoffer, der sænker pH i tarmen.

I projektet undersøgte vi bl.a., om tilsætning af mælkesyrebakterier til foderet, kunne forbedre fiskenes immunstatus og chance for at overleve smitte med de sygdomsfremkaldende bakterier *Flavobacterium psychrophilum* eller *Yersinia ruckeri*. Det viste sig imidlertid, at mælkesyrebakterierne kun havde ringe eller slet ingen virkning i den afprøvede dosis og ved den afprøvede forsøgsopsætning (herunder at fiskene ikke var blevet fodret mindst 24 timer før prøvetagning).

Derimod var der langt større forskel i effekt mellem de forskellige fodertyper, i det der var forskel på fedt- og proteinsammensætningerne samt på oprindelsen af ingredienserne.

## Foder baseret på marine/vegetabiliske råvarer

Første runde af foderforsøgene tydede på, at det havde stor indvirkning på den bakterielle sammensætning i tarmen på fisk, om de fik et foder med indhold af ærteprotein og vegetabilisk olie, eller om de fik et marint foder. Derfor valgte vi i foderforsøg II at fokusere på fodertyper, hvor kun en enkelt parameter var forskellig mellem hver diættype. På den måde lykkedes det at finde frem til hvilken foderingrediens, der havde den største indvirkning på den bakterielle sammensætning i tarmen på fiskene fra første forsøgsrunde. Det viste sig, at tilsætning af ærteprotein var af meget større betydning end

oprindelsen af den tilsatte olie (figur 2). Dette er en interessant observation, og resultaterne herfra vil kunne bruges til design af fremtidigt yngelfoder (både økologisk og konventionelt).

Undersøgelse af immunologiske parametre på tarmprøver taget fra fisk, der var bakterielt inficerede, viste et højt udtryk af medfødte immunceller i tarmprøverne. Vi målte derimod ikke nogen forskel i immunrespons hos fisk fra de forskellige diætgrupper. En bakteriell infektion viste sig også at have stor effekt på sammensætningen af tarmfloraen, og specielt i forbindelse med foderforsøg II viste undersøgelser af tarmprøver, at den overvejende del af bakteriefloraen bestod af den sygdomsfremkaldende bakterie.

## Ingredienserne betyder mest

OptiFish projektet har vist, at det betyder mere for fiskens tarmflora, hvilken type ingredienser, der er i foderet, end hvorvidt foderet er af økologisk eller konventionel oprindelse. Der var tydelig forskel i tarmfloraen ved brug af foder med ærteprotein, men oprindelsen af den tilsatte olie (marin vs. vegetabilisk) havde en meget mindre indflydelse. Smitteforsøg viste, at fodertypen ikke havde nogen indflydelse på, hvor mange fisk, der overlevede. Derfor har de undersøgte diættyper sandsynligvis lige gode effekter på fiskenes helbred. Det er i hvert fald konklusionen ud fra de resultater, vi opnåede for de parametre, OptiFish har valgt at måle på. Det vil sige, at økologisk foder til kommercielt brug vil medføre mindst den samme sundhedsstatus hos fisken som konventionelt foder. Det bør dog pointeres, at overlevelse som mål i forbindelse med smitte er en relativ "grov" metode. Man kan derfor ikke udelukke, at forskellene på tarmfloraen mellem fisk fra de forskellige diætgrupper kan have haft en mindre, ikke-målbare betydning for sundheden.



## Resultaternes betydning for akvakultur og samfund

Der er opnået ny viden, som kan bruges til at ændre og forbedre foderet til fiskeyngel. Man har vist, at økologisk foder til fiskeyngel ser ud til at ville medføre den samme sundhedsstatus på yngelstadiet. Det tyder på, at ærteprotein tilsat foderet kan have en positiv effekt på bakteriesammensætningen i tarmen, en viden man kan bruge ved udvikling af nye foderblandinger.

### Læs mere

Projektets hjemmeside:  
[http://www.icrof.dk/Sider/Forskning/organicrdd\\_optifish.html](http://www.icrof.dk/Sider/Forskning/organicrdd_optifish.html)

Organic Eprints:  
<http://orgprints.org/view/projects/Organic-RDD-OPTIFISH.html>

### Projektleder

Lone Madsen  
DTU Veterinærinstituttet  
Mail: [loma@vet.dtu.dk](mailto:loma@vet.dtu.dk)

*OptiFish var et samarbejde mellem DTU Veterinærinstituttet, KU Sund Institut for Veterinær Sygdomsbiologi, BioMar AIS og Dansk Akvakultur*



*Foto s. 38: BioMar AIS, s.41v.: DTU VET, s. 41.m.: BioMar AIS, s.41h.: DTU VET, stort foto s. 41: Villy J. Larsen, Dansk Akvakultur*

