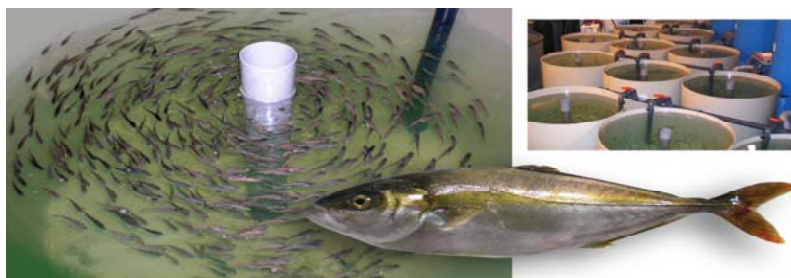


## Fork naar Farm

### Deelrapport: experimentele kweek van yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*) en de implementatie hiervan

Wout Abbink, Ainhoa Blanco, Marnix Poelman,  
Rapportnummer C111/11



# IMARES Wageningen UR

(IMARES - Institute for Marine Resources & Ecosystem Studies)

Opdrachtgever:



C.J. Kloetbeheer BV, als coördinator van een consortium  
van een VIP project Fork naar Farm.

Europees Visserijfonds: Investing in duurzame visserij

Publicatiedatum:

28 september 2011

**IMARES is:**

- een onafhankelijk, objectief en gezaghebbend instituut dat kennis levert die noodzakelijk is voor integrale duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van de zee en kustzones;
- een instituut dat de benodigde kennis levert voor een geïntegreerde duurzame bescherming, exploitatie en ruimtelijk gebruik van zee en kustzones;
- een belangrijke, proactieve speler in nationale en internationale mariene onderzoeksnetwerken (zoals ICES en EFARO).

P.O. Box 68 1970 AB IJmuiden Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 26 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 77 4400 AB Yerseke Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 59 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 57 1780 AB Den Helder Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)223 63 06 87 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl	P.O. Box 167 1790 AD Den Burg Texel Phone: +31 (0)317 48 09 00 Fax: +31 (0)317 48 73 62 E-Mail: imares@wur.nl www.imares.wur.nl
--	--	---	--

© 2011 IMARES Wageningen UR

IMARES is onderdeel van Stichting DLO  
KvK nr. 09098104,  
IMARES BTW nr. NL 8113.83.696.B16

De Directie van IMARES is niet aansprakelijk voor gevolgschade, noch voor schade welke voortvloeit uit toepassingen van de resultaten van werkzaamheden of andere gegevens verkregen van IMARES; opdrachtgever vrijwaart IMARES van aanspraken van derden in verband met deze toepassing.

Dit rapport is vervaardigd op verzoek van de opdrachtgever hierboven aangegeven en is zijn eigendom. Niets uit dit rapport mag weergegeven en/of gepubliceerd worden, gefotokopieerd of op enige andere manier gebruikt worden zonder schriftelijke toestemming van de opdrachtgever.

## Inhoudsopgave

Inhoudsopgave.....	3
Samenvatting.....	4
Inleiding.....	5
Projectplan .....	7
Resultaten .....	8
Experimentele kweek van yellowtail kingfish bij IMARES .....	9
Belangrijke observaties .....	10
Houderijproeven.....	11
Fysiologische bepalingen.....	13
Experimentele kweek bij op semi-commerciële schaal.....	13
Communicatie.....	14
Conclusies.....	15
Referenties ....	17
Verantwoording ....	18
Bijlage 1. Evaluatie van potentiële soorten voor de Nederlandse aquacultuur.....	19
Bijlage 2. Factsheets yellowtail kingfish, barramundi, cobia.....	20
Bijlage 3. Ontheffingsaanvraag .....	23
Bijlage 4. Fysiologische data .....	27

## Samenvatting

In Nederland is sprake van een toenemende vraag naar duurzaam en lokaal geproduceerde vis. Het doel van het Fork naar Farm project was het begeleiden van de productie van een nieuwe vissoort binnen de Nederlandse viskweeksector en Afrikaanse meerval volgens een certificeringsschema waarin duurzaamheid een rol speelt. Het uitgangspunt was om vanuit de markt (Fork) te inventariseren welke soorten en producten hiervoor kansen bieden, waarna deze kansen benut worden voor een duurzame kweek (Farm).

Het project bestond uit verschillende fases;

- Inventarisatie en vertalen van duurzaamheidsstandaarden van Fork naar Farm.
- Toetsen van standaarden aan een bestaande keten.
- Implementatie van de eisen in het kweekproces door houderijproeven en experimentele houderij van de nieuw gekozen vissoort.
- Communicatie en disseminatie.

Binnen het kader van het Fork naar Farm project behandelt dit rapport het onderzoek naar de opkweek van de yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*) in recirculatiesystemen en de implementatie hiervan in de praktijk. Er is voor deze soort gekozen, omdat een eerder uitgevoerde studie heeft laten zien dat deze soort potentie heeft voor de Nederlandse aquacultuursector. Belangrijke hierbij waren het marktpotentieel, de groeisnelheid, gesloten levenscyclus en robuustheid van de vis.

Er zijn verschillende groepen jonge yellowtail kingfish met een gewicht van ongeveer 0,5 gram aangekocht vanuit Australië en in Nederland opgekweekt in recirculatiesystemen. Er is in de faciliteiten van IMARES Wageningen UR onderzoek verricht naar diverse houderijomstandigheden; temperatuur, pH en saliniteit van het water en het voer. Voor de juvenielen waarmee de experimenten zijn gedaan (grootweg tussen de 10 en 200 gram) is gebleken dat de beste groeieresultaten behaald worden bij een watertemperatuur van 26,5°C. De pH waarde van het zeewater mag niet onder de 7 zakken om sterfte en sterke groeireductie te voorkomen. De saliniteit van het water moet lager zijn dan dat van vol zeewater (ongeveer 30 ppt); bij een saliniteit van 18 tot 22 ppt werden de beste groeieresultaten behaald.

Er zijn diverse disseminatiekanalen ingezet om de vis bekendheid te geven, zoals open dagen, symposia, congressen, beurzen en festivals.

Op basis van de onderzoeksresultaten is de opkweek doorgezet naar een proef op semi-commerciële schaal onder leiding van C.J. Kloet Beheer BV. De vissen zijn uiteindelijk gestript en op ijs verkocht aan diverse lokale horecagroothandels.

Nederland is hiermee één van de eerste landen waar deze vis in recirculatiesystemen kan worden opgekweekt.

## 1. Inleiding

Het Visserij Innovatie Project (VIP) Fork naar Farm is uitgevoerd om tegemoet te komen aan de toenemende vraag naar duurzame en lokaal geproduceerde vis. Certificering van kweekvis staat volop in de belangstelling bij marktpartijen, zoals de regionale en nationale overheid, retailers en NGO's. Wereldwijd worden verschillende standaarden en certificeringschema's ontwikkeld voor duurzaamheid, waaronder GlobalGAP en Aquaculture Stewardship Council (ASC). Het vastleggen van duurzaamheid en het verhogen van de ketentransparantie zijn hierbij belangrijke aspecten.

De Nederlandse viskweeksector bezit unieke technische kenmerken, omdat de kweek in recirculatiesystemen plaatsvindt. Hierdoor is de sector in staat om duurzaam vis te produceren, waarbij het milieu weinig wordt belast. De duurzaamheidsaspecten van recirculatiekweek worden mondiaal erkend en de maatschappelijke acceptatie neemt toe. Enkele unieke aspecten van recirculatiekweek zijn de controle op de waterkwaliteit (een belangrijk aspect voor het welzijn van de vissen), bio-veiligheid en controle op de afvalstromen. Met een duurzaamheidscertificering wordt de acceptatie van recirculatiekweek in Nederland geaccentueerd en toetsbaar gemaakt.

Naast certificering heeft de Nederlandse visteeltsector behoefte aan de introductie van nieuwe soorten (diversificatie). De belangrijkste soorten binnen de Nederlandse sector zijn paling, Afrikaanse meerval en Claresse (een kruising van Afrikaanse meerval en Vundu meerval). Daarnaast is er een beperkte productie van snoekbaars, tarbot, steur en tong. De introductie van nieuwe soorten is belangrijk voor de ontwikkeling en duurzame groei van de viskweeksector in Nederland en biedt kansen voor nieuwe markten.

Bij Fork naar Farm wordt certificering en de introductie van een nieuwe vissoort gecombineerd en hiermee is het project een steun in de rug voor de Nederlandse viskweeksector. Het uitgangspunt is om vanuit de markt (Fork) te inventariseren welke soorten en producten kansen bieden, waarna deze kansen benut worden voor een duurzame kweek (Farm). De ontwikkelingen kunnen de huidige sector stimuleren en nieuwe perspectieven bieden voor ondernemers en consumenten. Het project heeft dit gerealiseerd voor de belangrijke bestaande keten van de Afrikaanse meerval/Claresse en voor de yellowtail kingfish als nieuwe soort.

Het Fork naar Farm project in zijn geheel is uitgevoerd door IMARES Wageningen UR en door C.J. Kloet Beheer B.V., Viskwekerij Chris Dekkers, Aquafish en Plantenkwekerij van der Lugt. Daarnaast was er een klankbord bestaande uit B.V. Kennemervis-groep en het CBL (Centraal Bureau Levensmiddelenhandel).

Dit deelrapport behandelt het experimentele onderzoek naar de houderijomstandigheden van yellowtail kingfish in recirculatiesystemen bij IMARES en de opkweek tot aan het marktwaardige gewicht op semi commerciële schaal.

De yellowtail kingfish is een pelagische zeevis die wereldwijd in subtropische wateren (18-24°C) voorkomt. De soort behoort tot de familie van de horsmakrelen (Carangidae) en de ondersoort die in dit project wordt opgekweekt is de *Seriola lalandi*. Deze komt vooral voor rondom Australië en Nieuw-Zeeland, met populaties bij Zuid-Afrika en Chili. De vis jaagt veelal in groepen op kleinere vis, inktvis en schaaldieren.

De yellowtail kingfish vormt een hoog geprijsd product en wordt sinds enige jaren in Nederland verkocht voor gebruik als sashimi en sushi. Voor de Nederlandse markt kan de yellowtail kingfish daarnaast als aanvulling en vervangingsproduct binnen het zwaardvis- en mogelijk tonijnsegment dienen.

De productie van yellowtail kingfish in Australië is goed gedocumenteerd. De soort heeft een hoge groeisnelheid vergeleken met veel andere gekweekte soorten. Bij de opkweek op zee wordt binnen twee tot drie jaar het marktwaardige gewicht van drie tot vier kilo bereikt. De dichtheid bij de kweek op zee komt doorgaans niet boven de 30 kg/m<sup>3</sup> uit. In gevangenschap planten ouderdieren zich voort na manipulatie van de watertemperatuur en daglengte. Het gebruik van hormonen is niet nodig. Sinds enige jaren wordt in Australië met de opkweek van yellowtail kingfish in recirculatiesystemen geëxperimenteerd. Hierbij gaat het vooral om de opkweek van larven tot pootvisjes, voordat deze in kooien op zee geplaatst worden.

Er zijn verschillende belangrijke aspecten die het kweken van yellowtail kingfish in Nederland interessant maken: de hoge specifieke groeisnelheid, de hoge (import)prijs, het marktpotentieel, de gesloten levenscyclus en de robuustheid van de vis. Er is echter weinig bekend over houderijomstandigheden voor de opkweek in recirculatiesystemen. Bij de opkweek op zee is slechts zeer beperkte controle van de milieuomstandigheden mogelijk en zijn de dichtheden laag. Hier tegenover staat dat bij kweek in recirculatiesystemen een strikte controle over de omstandigheden mogelijk is, de vissen in een hogere dichtheid gehouden kunnen worden en er een betere controle over de afvalstromen en waterkwaliteit is.

Dit onderzoek is (mede) gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw & Innovatie. In het Interreg project AquaVlan ([www.aquavlan.eu](http://www.aquavlan.eu)), mede gefinancierd door de Europese Commissie, is ook gewerkt aan het operationaliseren van de kweek van de yellowtail kingfish in de Nederlandse aquacultuursector. Dit is mede gerealiseerd door het VIP project Fork naar Farm gedeeltelijk te matchen met het AquaVlan project. Hierdoor is een synergie ontstaan die nodig was om de kweek in de praktijk te realiseren. De keuze om yellowtail kingfish binnen AquaVlan te onderzoeken is gemaakt op basis van verkregen kennis en veelbelovende resultaten in het Fork naar Farm project.

## 2. Projectplan

Het project was opgebouwd uit verschillende taken, zoals omschreven in het projectplan. Op basis hiervan heeft IMARES de volgende taken uitgevoerd:

- Inventarisatie en vertalen van duurzaamheidsstandaarden van Fork naar Farm.
- Toetsen van deze standaarden aan een bestaande keten.
- Implementatie van het kweekproces door experimentele houderij van yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*).
- Communicatie en disseminatie: De resultaten van het project worden breed gepubliceerd. Dit gebeurt door middel van publicaties in vaktijdschriften, peer reviewed journals, internet en nationale media. Daarnaast is en wordt deelgenomen aan open dagen, symposia en workshops.

De resultaten worden uiteindelijk in twee rapporten gepresenteerd. Het voorliggende rapport geeft de resultaten van de experimentele houderij en een rapportage van de communicatie en disseminatie weer. Daarnaast wordt een handboek voor duurzame kweekvis in Nederland opgeleverd, waarin de duurzaamheidsstandaarden zijn verwerkt.

### 3. Resultaten

#### 3.1 Inventarisatie mogelijke nieuwe vissoorten voor de Nederlandse sector

De inventarisatie van de duurzaamheidsstandaarden en het toetsen hiervan aan een bestaande keten worden verwerkt in een handboek voor de productie van duurzame kweekvis in Nederland. Hieronder worden de belangrijkste resultaten in het kort weergegeven.

Bij Fork naar Farm bepaalt de afzetmarkt de eisen waaraan de duurzaam geproduceerde vis moet voldoen en de kweeksector implementeert deze eisen in het productieproces. Er is een evaluatie gemaakt van potentieel interessante soorten om in de Nederlandse viskweeksector te introduceren (RIVO rapport C073/05). Hierbij zijn verschillende vissoorten beoordeeld op onder andere het marktpotentieel, de groeimogelijkheden in recirculatiesystemen, de mogelijkheid tot een gesloten levenscyclus, voeding en robuustheid. Op basis van recente onderzoeksresultaten naar de gesloten levenscyclus van de yellowtail kingfish is een herziende tabel opgesteld in 2009; bijlage 1). De yellowtail kingfish is in deze evaluatie in de ranking als vierde naar voren gekomen. De nummers 1 t/m 3 zijn respectievelijk de Afrikaanse meerval, tilapia spp en Atlantische steur. Deze drie soorten worden al in Nederland gekweekt en voldoen dus niet aan de criteria als nieuw in Nederland te introduceren soort voor de viskweek.

Barramundi en cobia zijn twee andere potentieel interessante soorten voor de Nederlandse sector en deze werden genoemd in het oorspronkelijke projectplan. Cobia is uiteindelijk, mede door eerder genoemde herziende tabel, vervangen door de yellowtail kingfish. De mogelijkheden voor introductie van barramundi zijn onderzocht door van der Lugt, partner in het project. Deze heeft onvoldoende commerciële mogelijkheden gezien om het kweekproces van barramundi op te starten binnen het huidige project. In bijlage 2 zijn factsheets van de drie behandelde soorten opgenomen.



Yellowtail kingfish, *Seriola lalandi*



### 3.2 Experimentele kweek van yellowtail kingfish bij IMARES

Voor het onderzoek naar de introductie van de yellowtail kingfish in de Nederlandse aquacultuur zijn drie partijen vis van het Australische Challenger Institute of Technology gekocht; in juli 2009 (batch 1; 2000 stuks), februari 2010 (batch 2; 2700 stuks) en in januari 2011 (batch 3; 1500 stuks). De vissen wogen bij aankomst ongeveer 0,5 gram per stuk en zijn in de aquacultuurfaciliteiten van IMARES in Yerseke opgekweekt. De vissen zijn gebruikt voor onderzoek naar houderijomstandigheden in recirculatiesystemen en voor marktonderzoek.

Naast de invoer van vissen voor onderzoek, is naar aanleiding van de eerste positieve onderzoeksresultaten, door C.J. Kloet beheer B.V. en Groente- en Viskwekerij Cornelisse B.V. bij het ministerie van EL&I ontheffing aangevraagd en gekregen om de yellowtail kingfish te houden voor een semiprofessionele kweek (zie bijlage).

De eerste batch vissen is opgekweekt in een recirculatiesysteem tot ongeveer 1 kilo. De groei is vergeleken met de groei die in recirculatiesystemen in het Challenger Institute gehaald wordt met deze soort. Daarnaast hebben de betrokken medewerkers van IMARES en C.J. Kloet B.V. geleerd hoe met de vis om te gaan. Het gaat hierbij om zaken als het ontwikkelen van voerschema's en het afstellen van de zuurstofvoorziening en waterverversing op de behoeften van de vis.

Met de tweede en derde batch zijn verschillende experimenten gedaan naar belangrijke parameters voor de houderij; temperatuur, pH en saliniteit van het water en het vismeelpercentage in het voer. De vissen zijn voor deze parameters getest op groeiprestatie (voederconversie, groeiratio), voeropname en stressfysiologie (bloedplasma). De experimenten duurden elk vier weken en zijn onafhankelijk van elkaar uitgevoerd. Er is gebruik gemaakt van recirculatiesystemen met drie tanks van 800 liter en een totaal volume van 3 m<sup>3</sup> per systeem. Voor iedere parameter die getest is (bijv. temperatuur) was voor iedere specifieke conditie (bijv. 21°C) een apart systeem beschikbaar (zie ook onderstaande foto's). Per specifieke conditie zijn 60 vissen getest, verdeeld over de drie tanks van het systeem dat aan de conditie was toegewezen. De vissen die niet in een experiment zaten zijn bij IMARES opgekweekt tot een gewicht van ongeveer 3 kilo.



*De experimentele faciliteiten waar de experimenten plaats hebben gevonden.*

### 3.3 Belangrijkste observaties

Tijdens de experimentele kweek zijn diverse belangrijke observaties gedaan voor het houden van de yellowtail kingfish in recirculatiesystemen:

- De yellowtail kingfish is een actieve scholenvis, die vooral in de juveniele stadia, tot enkele kilo's per stuk, in groepen zwemt. De vissen zwemmen in de tanks constant tegen de waterstroom in. Dit kan positieve effecten hebben op de voeropname, vleeskwaliteit en het welzijn. Het is raadzaam om voor de kweek van deze vis gebruik te maken van ronde of ovale tanks.
- De yellowtail kingfish is gevoelig voor hypoxie. Vooral tijdens het voeren kan de zuurstofconcentratie in het water snel dalen. Hier dienen de kweekomstandigheden en het systeemontwerp op te worden aangepast. De vissen worden hypoxisch wanneer de zuurstofconcentratie beneden de 6 mg/l zakt.
- De vissen vertonen kannibalisme tot een gewicht van ongeveer twee gram. Daarna zijn de groeiverschillen niet meer dusdanig groot dat kannibalisme optreedt en wordt geen verder onderlinge agressie meer waargenomen. Er zijn geen opvallende uiterlijke beschadigingen aan bijvoorbeeld de vinnen. Ook niet bij de in experimentele systemen behaalde hoge dichtheden tot 90 kilo/m<sup>3</sup>.
- Bij een aantal vissen van de eerste batch zijn skeletmisvormingen aan de bek en staart waargenomen. Bij de vissen van de tweede en derde batch was dit veel minder prominent aanwezig. Dit kan komen doordat de houderijomstandigheden bij de tweede en derde batch beter waren dan bij de eerste batch. Het is echter aannemelijker dat de kwaliteit van de tweede en derde batch vanuit Australië beter was vergeleken met de eerste batch.
- De vissen reageren op plotselinge bewegingen bij en tegen de tanks, maar herstellen zich snel. Daarnaast eten de vissen minder bij een lagere lichtintensiteit vergeleken met een hogere lichtintensiteit, wellicht de vissen op zicht jagen. Het totaalbeeld laat zien dat de yellowtail kingfish niet stressgevoelig is voor externe prikkels vergeleken met een soort als forel.
- Het lijkt het erop dat wanneer de pellets in de waterstroming aangeboden worden dit een extra aantrekkingskracht veroorzaakt. Bij hogere dichtheden kan het beste zinkend voer gebruikt worden, zodat de vissen de gehele waterkolom kunnen gebruiken om te eten. Wel moet rekening gehouden worden dat voer dat op de bodem terechtkomt bijna niet meer gegeten wordt.
- De vissen zijn gevoelig voor koolstofdioxide in het water. Bij het systeemontwerp moet rekening worden gehouden met een hoge doorstroming per uur, of moet CO<sub>2</sub> al in de tanks worden gestript.
- In de periode dat de vissen bij IMARES aanwezig waren zijn geen ziekten geconstateerd.

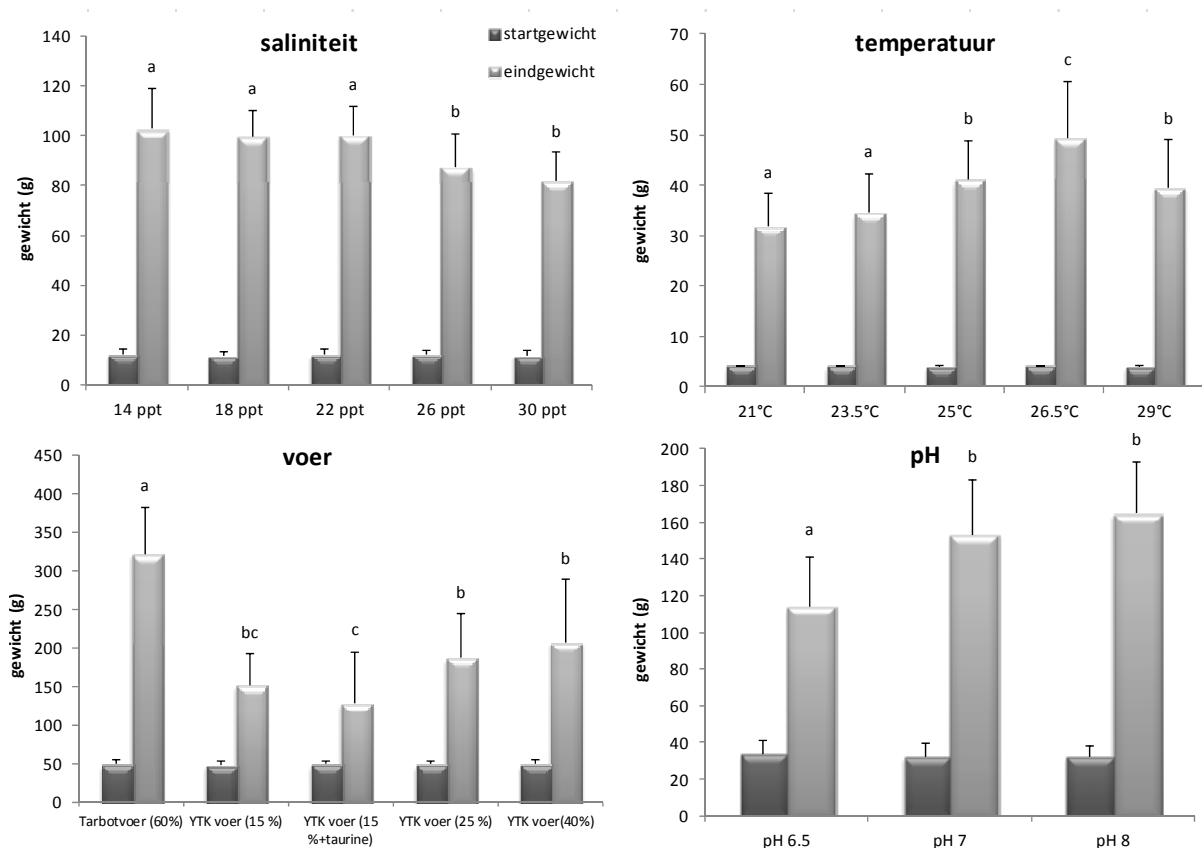
### 3.4 Houderijproeven

In figuur 1 staan de resultaten van de experimenten naar optimale temperatuur, pH, saliniteit en voertypes, uitgedrukt in de gewichtstoename van de vissen, voor de gewichtsklasse waarin de experimenten zijn uitgevoerd. De resultaten voor FCR (Feed Conversion Rate) en SGR (Standard Growth Rate) volgen eenzelfde patroon als de gewichtstoename zoals weergegeven in de figuur. Dit betekent dat een lagere SGR en gewichtstoename samengaan met een hogere FCR en *vice versa*. De waarden van de FCR en SGR voor de verschillende groepen staan vermeld in bijlage 4, samen met de fysiologische data van het bloedplasma.

#### Temperatuur

Er zijn vijf temperaturen getest, die gekozen zijn rondom de temperaturen die in Australië aangehouden worden bij de opkweek van juvenielen; 21 – 23,5 – 25 – 26,5 – 29°C. De gewichtsklasse voor dit experiment was 5-60 gram.

De beste groeiprestatie is behaald bij 26,5°C, uitgedrukt in gewichtstoename (SGR) en voederconversie (FCR). Bij de twee laagst geteste temperaturen (23 en 21,5°C) was de groeiprestatie het minst. De fysiologische data van het bloedplasma bevestigen de observaties van het actieve zwempatroon en de gevoeligheid voor hypoxie. Hoge waarden voor glucose en lactaat, samen met een lage concentratie vrije vetzuren in het plasma, duiden op een hoog metabolisme en een hoog zuurstofverbruik. De lagere temperaturen en bijbehorende lagere groei zorgen tevens voor een kleine veranderingen in het energiemetabolisme (glucose, lactaat en vrije vetzuren).



Figuur 1. De start en eindgewichten van de experimentele groepen laten de verschillen in groei zien die behaald zijn bij de verschillende specifieke condities en de verschillende experimenten.

### *Water pH*

Er zijn drie pH waarden onderzocht: 8, 7 en 6,5. Zeewater heeft een pH van rond de 8. De lagere pH waarden zijn gekozen, omdat in recirculatiesystemen door nitrificatie de pH de neiging heeft te dalen. Ook verschuift het evenwicht bij een dalende pH van het voor vissen giftige  $\text{NH}_3$  naar het minder giftige  $\text{NH}_4^+$ . Voor een kweker kan een wat lagere pH daarom gunstig zijn.

De gewichtsklasse voor dit experiment was 30-170 gram. Er zijn geen verschillen gevonden in groeiprestatie (uitgedrukt in FCR en SGR) en fysiologie tussen de vissen die gehouden zijn bij een pH van 8 en 7. Bij een pH van 6,5 trad vanaf dag 8 sterfte op (in totaal 8,3% gedurende het hele experiment) en bleef de groei sterk achter. Daarnaast zijn bij deze pH fysiologische veranderingen gemeten in het bloedplasma en de kieuwen ten opzichte van de fysiologie van de vissen die bij normaal zeewater gehouden werden.

De pH moet bij het kweken van yellowtail kingfish niet beneden de 7 komen om de groei (en het welzijn) van de vissen niet negatief te beïnvloeden.

### *Saliniteit*

Er zijn vijf saliniteiten getest; 30 – 26 – 22 – 18 – 14‰. In Nederland gebruiken viskwekers vaak een eigen waterbron, die een lagere saliniteit kan hebben dan zeewater. Daarnaast komen veel jonge en juveniele pelagische zeevissoorten van nature voor in brak water.

De vissen die bij lagere saliniteiten (14, 18 en 22‰) gehouden zijn, laten een betere groei zien vergeleken met de vissen die bij de hogere saliniteiten van 26 en 30‰ gehouden zijn, wederom uitgedrukt in FCR en SGR. Ook passen de vissen hun osmoregulatie aan bij de lagere saliniteiten; de activiteit van het osmoregulerend enzym  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase in de kieuwen daalt, waardoor de belangrijke concentraties ionen in het bloed constant blijven. Deze afname is een normaal aanpassingsmechanisme bij zeevissen die bij lagere saliniteiten worden gehouden.

### *Voer*

Voor een verdere verduurzaming van de kweek van yellowtail kingfish is een voer nodig dat voor een goede (dus ook economisch rendabele) groei van de vissen zorgt, een zo laag mogelijk vismeelpercentage heeft en daarnaast het dierenwelzijn niet aantast.

Er zijn voor dit experiment voeders gebruikt met vismeelpercentages van 40 – 25 en 15%. Daarnaast is een voeder getest met 15% vismeel en de toevoeging van taurine. Dit is een belangrijk aminozuur dat in vissen en dus ook in vismeel voorkomt. Bij lage vismeelpercentages in het voer kan taurine bepalend zijn voor goede groei en kan het aan het voer worden toegevoegd. Als controle op de experimentele voeders is een groep getest die het controlevoer kregen (tarbotvoer, 60% vismeel).

Van de experimentele voeders werd de beste groei behaald bij het hoogste vismeelpercentage van 40%, uitgedrukt in FCR en SGR. De vissen die het controlevoer kregen lieten een nog betere groei zien. Dit kan veroorzaakt worden door het hogere vismeelpercentage in het voer, maar ook door het feit dat deze vissen dit voer tijdens de gehele periode dat de vissen in Yerseke verbleven voorafgaand aan het experiment hebben gekregen en dus gewend waren.

De toevoeging van taurine had een negatief effect op de groei. De voeropname was minder vergeleken met de vissen die voer kregen met eenzelfde percentage vismeel (15%), zonder de toevoeging van taurine en derhalve ook minder dan bij de groepen met hogere vismeelpercentages in het voer.

### 3.5 Fysiologische bepalingen

Na afloop van de houderijexperimenten zijn verschillende fysiologische parameters van de vissen bepaald die aanwijzingen geven over aspecten als stress, energiemetabolisme en osmoregulatie. De resultaten van deze metingen staan vermeld in bijlage 4. De resultaten geven informatie over een chronische respons, omdat de metingen zijn uitgevoerd na vier weken blootstelling aan experimentele omstandigheden.

Het gemeten cortisolniveau is bij alle groepen laag. Dit is een sterke indicatie dat de vissen in de recirculatiesystemen niet gestrest zijn. Naast deze metingen bevestigen gedragswaarnemingen dit beeld; na een schrikreactie (bijvoorbeeld een botsing tegen een tank), zwemmen de vissen snel weer als voorheen rond en eten snel weer. Cortisol geeft als parameter de sterkste aanwijzing bij een acute respons. Desondanks zou bij chronische stress (na vier weken) de concentratie cortisol ongeveer een factor drie verhoogd moeten zijn.

Daarnaast laten de metingen een beeld zien van een vissoort met een hoog metabolisme; de waarden voor glucose en lactaat zijn hoog, en dit gaat samen met een lage concentratie aan vrije vetzuren (NEFA in bijlage 4). Het hoge metabolisme wordt verder gereflecteerd door de hoge zwemactiviteit van de vis en de snelle groei.

Bij de verschillende condities waaraan de vissen zijn blootgesteld treden slechts milde aanpassingen in de fysiologie op, wat duidt op tolerantie voor de verschillende parameters waaraan de vissen zijn blootgesteld.

Bij het temperatuurexperiment treden enkele milde veranderingen op bij de twee laagst geteste temperaturen van 21 en 23.5°C vergeleken met de warmere temperaturen, waarbij de beste groeieresultaten zijn behaald.

Bij het pH experiment traden bij een chronische blootstelling aan een pH van 6.5 sterkere veranderingen op. Dit ging samen met een sterk verminderde groei ten opzichte van de vissen in het normale zeewater en sterfte.

Bij het saliniteitsexperiment is bij de groep vissen die bij de laagste saliniteit zaten, 14‰, een duidelijke verlaging van de osmoregulerende enzymactiviteit gemeten. De sterkere groei van de vissen bij de lagere saliniteiten kan hiermee samenhangen, wanneer de vissen minder energie hoeven te steken in de osmoregulatie, omdat het verschil tussen de concentratie zout in de vis en in het water kleiner is bij lagere saliniteiten.

### 3.6 Experimentele kweek bij op semi-commerciële schaal

De vissen van de eerste batch die niet in de houderijexperimenten zijn gebruikt, zijn in de faciliteiten van IMARES opgekweekt tot een gewicht van ongeveer 1 kilo. Hierna zijn deze vissen bij een kweekbedrijf (Groente en Viskwekerij Cornelisse BV, in een samenwerkingsverband met C.J. Kloet Beheer BV) opgekweekt tot het marktwaardig gewicht van 4 tot 5 kilo. Het totale traject van 0,5 gram tot aan het marktgewicht voor de eerste batch die naar Nederland is gehaald heeft ongeveer 18 maanden geduurd. Hiermee is Nederland een van de eerste landen waar deze vissoort in een recirculatiesysteem wordt gehouden.

De verwachting is dat wanneer de kweek meer geoptimaliseerd is, dit met enkele maanden kan worden teruggebracht. De vissen zijn uiteindelijk succesvol afgezwommen (geen grondsmak) en gestript en op ijs verkocht aan regionale horeca-groothandels. Hiermee is aangetoond dat het opkweken van yellowtail kingfish van 0,5 gram tot aan het marktgewicht in recirculatiesystemen in Nederland succesvol is. Daarnaast is in januari 2011 het bedrijf SILT met de commerciële opkweek van yellowtail kingfish gestart. Dit is een direct resultaat van het Fork naar Farm project.

#### 4. Communicatie

Tijdens het project heeft via diverse kanalen regelmatig disseminatie plaatsgevonden. In vaktijdschriften, op internet en op tv is de kweek van yellowtail kingfish aan bod gekomen.

Output/presentaties	Datum	Activiteit / titel
NgvA avond	11-12-2008	Avond duurzaamheid aquacultuur
Visserijnieuws	19-9-2008	Duurzaamheid in viskweek
Aquacultuur	2-4-2009	Eco labelling voor kweekvis
Aquacultuur.nl	Updated sept. 2009	<a href="http://www.aquacultuur.wur.nl/NL/Onderzoek/Visserij+Innovatie+Platform+%28VIP%29/">http://www.aquacultuur.wur.nl/NL/Onderzoek/Visserij+Innovatie+Platform+%28VIP%29/</a>
Seriola dialogues	19-2-2009	Meeting Seattle
GlobalGAP participatie	29-4-2009	Meeting Brussel
Seafood Summit	1-2-2010	Meeting Parijs
Aquavlan proeverij	11-2-2010	Persbijeenkomst Vlaanderen
Schmidt Zeevis proeverij	18-2-2010	2010 Restaurant Kip Rotterdam Publicatie in Wageningen Resources + diverse Ned. dagbladen
<i>Seriola</i> dialogues	6-3-2010	Presentatie San Diego, Verenigde Staten
Aquaculture Engineering Society	13-8-2010	Presentatie Roanoke, WV, Verenigde Staten
Radio uitzending	4 maart 2010	Interview TELEAC programma 'hoe zo?'
European Aquaculture Society	Oktober 2010	Poster presentation on yellowtail kingfish
NOS journaal	26-12-2010	Item NOS journaal 18.00 en 20.00 uur over duurzame voeding rondom de feestdagen.
Open dag provincie Zeeland	26-2-2011	Stand met o.a. informatie over het onderzoek naar de kweek van yellowtail kingfish in Nederland
Aquacultuur magazine	April 2011	Artikel over yellowtail kingfish kwekerij in Nederland
Food4you kennisfestival	Oktober 2011	Deelname met stand en/of presentaties over de mogelijkheden van de yellowtail kingfish

## 5. Conclusies

Het opkweken van yellowtail kingfish (*Seriola lalandi*) van 0,5 tot het marktgewicht van 4 tot 5 kilo in recirculatiesystemen bij IMARES en op semi-commerciële schaal is succesvol. Nederland is een van de eerste landen waar deze vis in deze systemen kan worden opgekweekt tot marktwaardige vis.

Studies naar verschillende belangrijke aspecten van de houderij zijn onderzocht en uitgewerkt en hebben tot optimale condities voor temperatuur, pH, saliniteit, zuurstofconcentratie geleid voor juveniele yellowtail kingfish. Daarnaast is een voederproef gedaan en zijn belangrijke observaties gedaan tijdens het opkweken van de vis in recirculatiesystemen. Onder leiding van C.J. Kloet Beheer B.V. zijn deze vissen doorgeweekt tot het marktwaardige gewicht bereikt werd en gestript op ijs verkocht aan regionale horecagroothandels.

Om de initiële vermarkting te realiseren en de successen van de kweekpotentie in Nederland te communiceren zijn diverse disseminatiekanalen succesvol ingezet, zoals open dagen, horecabeurzen, symposia, congressen en festivals, tv, radio en vakbladen. Deze (media)aandacht heeft geleid tot bekendheid van zowel het onderzoek als het product bij wetenschappers, beleidsmakers, horecaondernemers en viskwekers.

Verder onderzoek naar de voortplanting van de vis in gevangenschap in Nederland, transport en slacht is nodig om in de toekomst te kunnen voldoen aan de certificeringseisen die gesteld worden voor de productie van duurzame vis.

### Dankwoord

Voor hun hulp en inzet bij de experimenten willen de auteurs Angelo Hofman, Noortje Ros, Yoeni van Es en Hans Zeedijk bedanken. Speciale dank voor Jonathan Roques (RU Nijmegen) voor zijn werk aan de fysiologische bepalingen van de yellowtail kingfish en aan Gavin Partridge (Challenger Institute of Technology) voor zijn advies en hulp bij het transporteren van de vissen naar Nederland.

## **6. Kwaliteitsborging**

IMARES beschikt over een ISO 9001:2008 gecertificeerd kwaliteitsmanagementsysteem (certificaatnummer: 57846-2009-AQ-NLD-RvA). Dit certificaat is geldig tot 15 december 2012. De organisatie is gecertificeerd sinds 27 februari 2001. De certificering is uitgevoerd door DNV Certification B.V. Daarnaast beschikt het chemisch laboratorium van de afdeling Milieu over een NEN-EN-ISO/IEC 17025:2005 accreditatie voor testlaboratoria met nummer L097. Deze accreditatie is geldig tot 27 maart 2013 en is voor het eerst verleend op 27 maart 1997; deze accreditatie is verleend door de Raad voor Accreditatie.



## 7. Referenties

RIVO rapport C073/05 met een herziende tabel uit 2008

Artikel aquacultuur

C.I.M. Martins, E.H. Eding, M.C.J. Verdegem, L.T.N. Heinsbroek, O. Schneider, J.P. Blancheton, E. Roque d'Orbcastel, J.A.J. Verreth. New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability, 2010, *Aquacultural Engineering* 43: 83–93

D. H. Evans, P.M Piermarini and K.P. Choe. The Multifunctional Fish Gill: Dominant Site of Gas Exchange, Osmoregulation, Acid-Base Regulation, and Excretion of Nitrogenous Waste, 2005, *Physiological Reviews* 85: 97–177.

Voortgangsrapportage Nota Dierenwelzijn & Nationale Agenda Diergezondheid 2009; Feb 2010

Beleidsnota Viskweek; Productschap Vis  
juni 2001; Auteur: W.H.B.J. van Eijk

Er is een uitgebreide literatuurlijst over onderzoeken naar *Seriola* beschikbaar binnen IMARES

Verantwoording

Rapportnummer: C 111/11  
Projectnummer: 4304303401

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en het betreffende afdelingshoofd van IMARES.

Akkoord: Dr. J.W. van de Vis  
Senior onderzoeker

Handtekening:



Datum: 28 september 2011

Akkoord: Ir. H.W. van der Mheen  
Hoofd afdeling Aquacultuur

Handtekening:



Datum: 28 september 2011

## Bijlage 1. Evaluatie van potentiële nieuwe soorten voor de Nederlandse aquacultuur

		<b>barramundi</b>	<b>yellowtail kingfish</b>	<b>cobia</b>
		<i>Lates calcarifer</i>	<i>Seriola lalandi</i>	<i>Rachycentron canadum</i>
<b>Classificatie in 2005:</b>	<b>score</b>	<b>255</b>	<b>215</b>	<b>215</b>
	<b>ranking</b>	<b>22</b>	<b>61</b>	<b>60</b>
<b>Criterium</b>				
FAO-lijst		OK	OK	OK
Aantal wetenschappelijke publicaties > 5		OK	OK	OK
Marktprijs > € 1,-		OK	OK	OK
Niet eierlevendbarend		OK	OK	OK
Geen EU-kweek in kooien/vijvers		OK	OK *	OK
Kandidaat voor grootschalige kweek in kooien of vijvers in de EU		OK	OK **	OK
Optimale temperatuur voor groei > 10°C		OK	OK	OK
Pootvisvoorziening niet uit wildvang		OK	OK	OK
Maximale lengte > 25 cm.		OK	OK	OK
Inheemse soort: markt visserij aanwezig		n.v.t.	n.v.t.	n.v.t.
Voortplantingstechnieken		30	30	30
Larvale kweek		30	30	30
Eerste voeding		20	20	20
Pootvis commercieel beschikbaar		15	15	15
Kweektechnieken RAS		30	30	30
Optimale temperatuur		40	40	40
Opkweekperiode		40	40	40
Bodemvis en/of exoot		40	40	40
Marktprijs		0	30	0
Locatie markt		30	15	15
<b>Totale score</b>		<b>275</b>	<b>290</b>	<b>260</b>
<b>Nieuwe ranking</b>		<b>10</b>	<b>4</b>	<b>18</b>

\*In het Middellandse Zeegebied wordt de inheemse *Seriola dumerilii* al kleinschalig gekweekt in kooien op basis van gevangen pootvis.

\*\*Een mogelijke doorbraak op het gebied van hatcherytechnieken kan de groei van kooicultures in de Middellandse Zee faciliteren.

## **Bijlage 2: factsheets yellowtail kingfish, *Seriola lalandi***

De yellowtail kingfish, *Seriola lalandi*, behoort tot de familie van de horsmakrelen (Carangidae). De yellowtail kingfish komt vooral voor rond Australië en Nieuw Zeeland, met populaties bij Zuid-Afrika en Chili. Enkele andere soorten binnen het geslacht *Seriola* zijn *S. quinqueradiata* die rondom Japan voorkomt en de *S. dumerili* uit het Middellandse Zeegebied. Het is een pelagische vis uit de gematigde temperatuurzones van 18 tot 24°C. De vis kan 2,5 meter lang worden bij een gewicht tot 70 kilo, maar wordt over het algemeen gevangen tussen de 10 en 15 kilo bij een lengte tot 1 meter. Juvenielen zwemmen in scholen, volwassen vissen leven solitair of in kleine scholen. De yellowtail kingfish is carnivoor en jaagt veelal in groepen op kleinere vis, inktvis en schaaldieren.

Vissen van het geslacht *Seriola* worden zowel gevangen door de visserij als gekweekt in de aquacultuur, waarbij de productie van de aquacultuur hoger is dan de visserijvangst. Sinds 2001 wordt *S. lalandi* in Australië en Nieuw Zeeland gekweekt in kooien op zee.

Alle *Seriola* soorten hebben een zeer hoge groeiratio, vooral in de eerste levensjaren. Dit is voldoende om in zeekooien of netten binnen 2 tot 3 jaar het marktwaardige gewicht te bereiken van 3 tot 4 kilo. De dichtheid in zeekooien komt doorgaans niet boven de 30 kg/m<sup>3</sup> uit. De vis wordt gevoerd met pellets, waarvan het eiwitgehalte op ongeveer 50-60% ligt. Sinds enige jaren wordt de *S. lalandi* in Australië in gevangenschap voortgeplant. De ouderdieren planten zich spontaan voort na manipulatie van de watertemperatuur en daglengte. Het gebruik van hormonale methoden is niet nodig. De optimale incubatietemperatuur ligt tussen de 18 en 20°C, waarbij na 2 tot 3 dagen de larven uitkomen. In eerste instantie wordt gevoerd met verrijkte rotiferen en artemia, waarna tussen dag 20 en 30 wordt overgegaan op droogvoer. In deze eerste levensstadia komt kannibalisme voor, waarna schoolvorming dit gedrag grotendeels uitbant. Sinds enige jaren wordt met de kweek van yellowtail kingfish geëxperimenteerd in recirculatiesystemen. Hierbij gaat het vooral om de opkweek van larven tot pootvisjes, voordat deze in kooien op zee geplaatst wordt.

De vis vormt een hoog geprijsd product en wordt sinds enige jaren in Nederland verkocht als sashimi en sushi, met name in Aziatische restaurants. Er zijn verschillende belangrijke aspecten die het kweken van yellowtail kingfish in recirculatiesystemen interessant maken: de hoge groeisnelheid, de hoge prijs en de spontane voortplanting in gevangenschap. Er is weinig bekend over houderijomstandigheden voor deze vis, omdat het overgrote deel van de opkweek in zeekooien plaatsvindt, waar controle op de milieuomstandigheden zeer beperkt is. Hier tegenover staat dat bij kweek in recirculatiesystemen er een strikte controle over het milieu mogelijk is, wat onderzoek naar houderijomstandigheden waardevol maakt, zoals dit in het kader van het project is uitgevoerd.

## **Barramundi, *Lates calcarifer***

Barramundi, *Lates calcarifer*, behoort tot baarsachtigen (Perciformes). De soort komt voor in de Indo - West Pacifische regio, van de Arabische golf tot China en in Noord-Australië. De barramundi is euryhalien en groeit het best bij hogere temperaturen van 28 tot 30°C. Volwassen dieren leven in riviermondingen en kustwateren. De vis kan maximaal 1,8 meter lang worden en een gewicht tot 60 kilo bereiken. Gekweekte barramundi wordt afgeleverd tussen de 500 gram en 3 kilo. De barramundi is een opportunistische predator, het dieet bestaat voornamelijk uit vis en schaaldieren.

Vanaf 1970 wordt barramundi, in Azië ook wel Aziatische zeebaars genoemd, gekweekt in Thailand. Het grootste deel van de kweek vindt ook nu nog in Zuidoost Azië plaats. Voortplanting in gevangenschap vindt plaats door manipulatie van de watertemperatuur en de daglengte. In Australië is aanvullend gebruik van hormonen noodzakelijk.

Vanwege de hoge watertemperatuur komen de eitjes al na 15 uur uit en na ongeveer 30 dagen zijn de jonge visjes volledig gewend aan droogvoer. Jonge barramundi zijn kannibalistisch en moeten minstens één maal per week worden gesorteerd tot een lengte van minimaal 10 tot 15 cm is bereikt.

De afmestfase vindt plaats in kooicultures, vijversystemen en recirculatiesystemen. Kweek van barramundi in recirculatiesystemen vindt alleen plaats in Australië, Israël, West-Europa en de Verenigde Staten. Het kleinste aflevergewicht tussen de 500 en 900 gram wordt bereikt na ongeveer zeven maanden.

Barramundi wordt gewaardeerd om de witte, stevige filets. De mondiale productie groeit nog steeds en wordt momenteel ingeschat op ongeveer 90.000 ton. Het prijsniveau is in de loop van de jaren gedaald van tussen de \$4 en \$5/kg naar minder dan \$2,50/kg.

De productiekosten van barramundikwekerijen in Thailand worden ingeschat op ongeveer \$2/kg. Dit is beduidend lager dan de geschatte kostprijs in kleinschalige systemen van 6 tot \$7 voor 100-tons bedrijven in Nederland. Dit geeft meteen een beperking aan voor productie in Nederland; tegen de geïmporteerde, bevroren, Aziatische filets valt mogelijk niet te concurreren. Dit maakt een verse nichemarkt voor een rendabele kweek essentieel.

Europese barramundi kweekbedrijven die in de problemen waren gekomen hebben hun vis op de markt gebracht tegen extreem lage prijzen. Hierdoor is de Europese productie gedecimeerd. Desondanks maken de sterke sensorische eigenschappen van deze vis in combinatie met de hoge productiviteit de soort potentieel kansrijk voor een geslaagde herintroductie in Europa. Marketing en positionering zijn hierbij een essentieel onderdeel om de soort bij de consument weer bekend en gewild te maken.

## **Cobia, *Rachycentron canadum***

Cobia, *Rachycentron canadum*, behoort tot de baarsachtigen (Perciformes). Cobia is een migrerende, pelagische zeevis die wereldwijd voorkomt in gematigde tot tropische temperatuurzones in water van 18 tot 32°C. De vis kan 2 meter lang worden en een gewicht tot 60 kilo bereiken. Volwassen cobia leeft in kleine groepen of solitair, voornamelijk in kustwateren. Tijdens het voortplantingsseizoen worden grotere scholen gevormd. De vis foerageert voornamelijk dichtbij de zeebodem en het dieet bestaat voornamelijk uit vis en schaaldieren.

Cobia wordt in China en Taiwan sinds de jaren '90 in kooicultures gekweekt. De laatste jaren wordt ook in onder andere het Caribisch gebied geïnvesteerd in nieuwe sites en bedrijven. In een jaar kan cobia groeien tot 5 kilo als de temperatuur niet onder de 26°C zakt. Voortplantingstechnieken en larvale opkweek zijn inmiddels ontwikkeld; ouderdieren planten zich spontaan voort in gevangenschap na manipulatie van watertemperatuur en daglengte. Het dieet bestaat vanaf dag 25 tot 35 uit droogvoer. In de eerste levensfasen komt veel kannibalisme voor, waardoor veelvuldig sorteren essentieel is. De afmestfase vindt tot dusverre plaats in kooicultures. Soms wordt pootvis opgekweekt in vijvers of recirculatiesystemen voordat deze de kooien in gaan. Op basis van de eerste ervaringen met cobia in recirculatiesystemen (onder andere in Nederland) is gebleken dat hoge dichtheden niet problematisch lijken te zijn en dat de productiviteit hoog is.

Cobia wordt in de markt gewaardeerd als een "medium quality product", en is in Europa nog nauwelijks te verkrijgen. In de periode 1997–2004 werd veel cobia naar Japan geëxporteerd waar het als aanvulling op yellowtail kingfish werd verhandeld tegen goede prijzen. Als reactie hierop is de productie snel gestegen en zijn de prijzen sterk gedaald tot ongeveer €3/kg, wat nauwelijks boven de ingeschatte kostprijs van de huidige (kooi)kwekerijen is. De mondiale productie ligt tussen de 20.000 en 30.000 ton, waarvan 80% in China wordt gekweekt.

Bij de teelt van cobia zijn verbeteringen in het productieproces op alle gebieden nog mogelijk. Aanvullend onderzoek is nodig om optimale kweekcondities en nutritionele behoeftes te bepalen. Voordelen van cobia zijn de grote tolerantie voor lagere saliniteiten en ook lijkt cobia fysiologisch weinig problemen te hebben met gedeeltelijke vervanging van vismeel door plantaardige eiwitbronnen. De vermarkting van cobia is een belangrijk punt bij een eventuele kweek. Naar verwachting zal China een dominante producent blijven, waardoor de concurrentiepositie goed moet worden ingeschat.

### Bijlage 3; ONTHEFFINGSAAHVRAAG voor de kweek van "*Seriola* sp"

Aanvragers:

1. Groente- en Viskwekerij Cornelisse BV  
Keetenweg 4  
4696 PD Stavenisse  
Tel: 0166 – 697380  
E-mail: info@grovisco.eu
2. C.J. Kloet Beheer BV  
Tweede Dijk 3  
4695 PD St-Maartensdijk  
Tel: 06 – 2944 1322  
E-mail: keeskloet@planet.nl

Aanvraag: Ontheffing voor het kweken van een voor Nederland nieuwe aquatische soort, voor productiedoeleinden.

Beide Aanvragers zijn voornemens om de voor Nederland nieuwe vissoort "Yellowtail" (*Seriola* sp.) te gaan kweken voor productiedoeleinden in recirculatiesystemen.

De directie Visserij van het ministerie van LNV wordt gevraagd ontheffing te verlenen voor een experimenteerfase van 2 jaar; november 2009 tot november 2011.

Bijgevoegd is een Australische studie, waarin een groot deel van de momenteel wereldwijd beschikbare informatie over de soort is gebundeld. Deze informatie is zowel afkomstig uit publicaties en wetenschappelijk onderzoek, als uit praktijkervaringen in Australië.

Het rapport geeft een redelijk complete biologische beschrijving van de soort. Daarnaast worden kweektechnische zaken behandeld voor zover bekend.

De 4 soorten *Seriola* die momenteel (vooral in kooicultures) worden gekweekt zijn:

- *Seriola quinqueradiata* Japan
- *Seriola lalandi* Australië, Chili
- *Seriola rivoliana* Hawaii, Midden-Amerika
- *Seriola dumerili* Japan, Saudi-Arabië

Het huidige experiment wordt gestart met de Kingfish (*S. lalandi*). Mogelijk zal ook één van de andere soorten worden getest, indien deze beschikbaar zijn en potentie lijken te hebben.

Vanuit experimenten met kweek in tanks m.b.v. recirculatiesystemen is bekend dat de vis hoge groeisnelheden haalt bij relatief hoge dichtheden. Dit heeft zeer waarschijnlijk te maken met het feit dat *Seriola* in de natuur in scholen leeft, en zich het meest prettig voelt bij de zeer hoge dichtheden die in scholen kunnen optreden.

De bijgevoegde proefopzet behandelt de doelstellingen van de experimenteerfase en de wijze waarop de soort gekweekt zal gaan worden. Het beschrijft daarnaast een aantal specifieke welzijnseisen m.b.t. het kweken van *Seriola*.

Uiteraard zijn aanvragers ten allen tijde bereid vragen te beantwoorden, en indien mogelijk eventueel noodzakelijke aanvullende informatie te overleggen.

## Proefopzet experimenteerfase

### Achtergrond

Groente- en Viskwekerij Cornelisse BV (Grovisco) exploiteert sinds 2006 een mariene recirculatiekwekerij te Stavenisse (Zeeland). Momenteel wordt tarbot gekweekt; de kweektechnische resultaten zijn tot op heden positief. Echter omdat tarbot zich tot op heden in Europa nog niet heeft bewezen als rendabel te kweken soort in RAS-systemen worden de mogelijkheden om nieuwe soorten te kweken gevolgd. In het bedrijf wordt, naast de 4 aanwezige RAS-kweeksystemen, een apart quarantaine-systeem gebouwd, t.b.v. onderzoek naar de kweek van *Seriola*.

K. Kloet, gevestigd te St-Maartensdijk, heeft eveneens plannen om *Seriola* als nieuwe soort in RAS te gaan kweken. De investering in een kwekerij is nog niet gedaan.

De bedrijven hebben de krachten gebundeld en delen de kosten die betrekking hebben op de proef die in het quarantainesysteem te Stavenisse zal worden uitgevoerd.

### Doelstelling experiment

Doel van de proef is het verkrijgen van inzicht in de volgende parameters, en hun onderlinge verwevenheid:

- Groeisnelheid (curve) in een RAS-systeem
- Houderij-dichtheid (optimaal en maximaal)
- Zuurstofverbruik
- Voederconversies
- Gedrag / stressgevoeligheid
- Handling- / sorteer-mogelijkheden / afdoding en verwerking
- Vermarketing

### Omschrijving van het kweekstelsel

Er wordt een speciaal ontwikkeld zeewater RAS-systeem met 4 ronde tanks geplaatst. De diameter van de grootste tank is 5,4 m. Het volume is ca. 40 m<sup>3</sup>.

De waterzuivering bestaat uit een trommelfilter (40 µ doek), een moving bed biofilter van ca. 20 m<sup>3</sup>, een innovatieve eiwitafschiuimer met ozon-injectie gekoppeld aan de vistanks, een zuurstofreactor, een USB-filter en de nodige meet- en regel-techniek. Het totale systeemvolume is ca. 90 m<sup>3</sup>.

De alarmering van het systeem is aangesloten op de alarmering van de overige systemen. De plaatsing is afgezonderd van de overige systemen, in een hoek van het gebouw.

Er wordt gebruik gemaakt van zout grondwater.

### Deskundigheid personeel

Inspectie en dagelijkse werkzaamheden/controles worden met name uitgevoerd door de heren Cornelisse, inmiddels deskundige, ervaren RAS-kwekers.

Daarnaast is K. Kloet als ervaren deskundige consultant, meerdere keren per week op het bedrijf aanwezig om de proef te begeleiden.

Bovendien vindt wetenschappelijke begeleiding plaats vanuit Wageningen Imares, locatie Yerseke.

### Ziekten



Algemene monitoring (gedrag, voederopname, uitval) is onderdeel van de dagelijkse routine. Indien mogelijk zullen de vissen ook regelmatig microscopisch gecheckt worden op parasitaire infecties. Bij het onverhoopt optreden van ziektes wordt teruggevallen op een Australisch instituut waarmee wordt samengewerkt, een zeer ervaren Canadese veterinaire (gespecialiseerd in mariene vis), en een aantal vispathologie labs (Frankrijk, Spanje, Nederland).

Bijgevoegd is de titel-pagina van het rapport "A photographic guide to diseases of yellowtail (*Seriola*) fish". Hierin wordt uitgebreid beschreven waarmee eventueel rekening dient te worden gehouden bij kooi-cultures van Yellowtail. Ziekte-problemen zijn tot op heden in de RAS-kweek van *Seriola* echter uitzonderlijk.

#### Experiment-omschrijving

Het uitgangsmateriaal voor de pilot, bestaat uit pootvis van 0,6 – 1 kg per stuk, die worden aangeleverd vanuit een experimentele unit van Wageningen Imares te Yerseke. De vissen worden ingezet in 2 tanks, bij dichtheden van ca. 20 kg/m<sup>3</sup>.

Het eerste experiment loopt minimaal 8 maanden, totdat de snelste groeiers een eindgewicht van 2-3 kg per stuk hebben bereikt. Indien de bezettingsdichtheden in het systeem op enig moment te hoog zouden worden (gebaseerd op afwijkend gedrag, of verslechtering van de waterkwaliteit), zal een deel van de vissen vroegtijdig worden afgedood en in de markt worden getest. Er is rekening gehouden met mogelijke uitval tijdens de proef, en met het opofferen van vissen voor microscopisch en/of wetenschappelijk onderzoek.

Sorteren is gezien het startgewicht niet noodzakelijk. Wel zal getest worden op welke manier de vis het best kan worden getransporteerd, gesorteerd en geogst. Indien noodzakelijk zullen de vissen licht worden bedwelmd.

#### Waterkwaliteit

De watertemperatuur zal 22 – 25°C bedragen.

De pH zal ongeveer op 7 worden gehouden, en dient niet onder de 6,5 te zakken (is reeds gebleken uit eerste experimenten van Imares te Yerseke. De verwachte waterverversing zal dan 300 – 500 liter / kg voer bedragen.

Saliniteit van het grondwater is ca. 20 ppt. De waterdoorstroming door de tanks is ongeveer 2x per uur. Evenals in de rest van de kwekerij wordt een dag/nacht-ritme gehanteerd van 18 uur licht / 6 uur donker.

In een logboek worden dagelijkse waterkwaliteitsmetingen genoteerd (T, pH, NH<sub>4</sub>, NO<sub>2</sub>), evenals zoötechnische parameters als voeropname, dichtheden, zuurstofverbruik en sorteergegevens.

#### Voeding / voederen

Het voederen gebeurt (deels) automatisch m.b.v. het al aanwezige Arvotech-systeem 's Nachts wordt niet gevoerd. Mogelijk zal handmatig worden bijgevoerd, en worden alternatieve voedermethodes getest.

Er zal worden gevoederd met kwalitatief hoogwaardig voer met 45-55% eiwit en 15-22% vet.

Eén van de redenen om een proef met *Seriola* te starten is overigens de ervaring in o.a. Japan (pers. Info. Joep Kleine Staarman, voormalig manager Nutreco Japan), dat vergaande vervanging van vismeel/visolie door plantaardige ingrediënten tot de mogelijkheden behoort.

#### Afdoding / verwerking / vermarkting

Bij de beëindiging van de proef worden de vissen (indien noodzakelijk) 1 á 2 dagen afgezwommen (geen voer / verswaterdoorstroming), waarna ze worden gedood in een tub met ijsslurrie; de gangbare methode in de aquacultuur.

In samenwerking met Imares zal gemeten worden aan uitslachtpercentages, fileer-rendement etc.

Tevens worden de consumenten test panels van Imares ingezet voor verder onderzoek.

Via de handel, restaurants en zelfstandige tests zullen vervolgens monsters worden uitgezet, om feedback uit de markt te verkrijgen.

## Bijlage 4. Resultaten van de fysiologische parameters

Significantie is aangegeven door verschillende letters. Er is uitgegaan van een significant verschil wanneer  $p < 0.05$ , ANOVA, gevolgd door een bonferroni post hoc test.

Groep:	21 °C	23.5 °C	25 °C	26.5 °C	29 °C
eindgewicht (g)	32±0 <sup>a</sup>	34±1 <sup>a</sup>	41±1 <sup>b</sup>	49±2 <sup>c</sup>	40±0 <sup>b</sup>
SGR (%/dag)	6.33±0.02 <sup>a</sup>	6.63±0.02 <sup>a</sup>	7.24±0.03 <sup>b</sup>	7.75±0.14 <sup>c</sup>	7.12±0.02 <sup>b</sup>
FCR	1.13±0.04 <sup>a</sup>	1.11±0.01 <sup>a</sup>	0.98±0.03 <sup>ab</sup>	0.88±0.05 <sup>b</sup>	1.00±0.01 <sup>ab</sup>
voeriname (g/vis/dag)	0.98± 0.03 <sup>c</sup>	1.11±0.01 <sup>bc</sup>	1.13±0.03 <sup>ab</sup>	1.23±0.03 <sup>a</sup>	1.05±0.02 <sup>b</sup>
glucose (mmol/L)	6.2±0.2 <sup>b</sup>	7.2±0.3 <sup>c</sup>	7.6±0.2 <sup>ac</sup>	8.1±0.1 <sup>a</sup>	8.1±0.1 <sup>a</sup>
Lactaat (mmol/L)	6.9±0.4 <sup>bc</sup>	7.9±0.2 <sup>ac</sup>	8.5±0.3 <sup>a</sup>	8.7±0.4 <sup>a</sup>	7.7±0.4 <sup>ac</sup>
NEFA (mmol/L)	0.37±0.02 <sup>b</sup>	0.34±0.01 <sup>ab</sup>	0.37±0.01 <sup>b</sup>	0.37±0.02 <sup>b</sup>	0.29±0.02 <sup>a</sup>
Osmolaliteit (mOsmol/kg)	385±3 <sup>b</sup>	390±2 <sup>ab</sup>	394±3 <sup>a</sup>	398±2 <sup>a</sup>	392±2 <sup>ab</sup>
NKA (µmol P <sub>i</sub> /h/mg eiwit)	0.29±0.04	0.32±0.04	0.30±0.07	0.38±0.07	0.45±0.08
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	182±4	182±1	185±1	185±2	184±1
Cl <sup>-</sup> (mmol/L)	149±4 <sup>b</sup>	150±5 <sup>ab</sup>	152±4 <sup>ab</sup>	163±4 <sup>a</sup>	156±3 <sup>ab</sup>
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/L)	7.8±0.4	8.1±0.3	7.9±0.2	8.9±0.2	8.3±0.4
pH	7.56	7.58	7.61	7.61	7.58

Resultaten van het experiment met verschillende temperaturen.

groep	pH 6.5	pH 7	pH 8
eindgewicht (g)	114±4 <sup>b</sup>	153±4 <sup>a</sup>	164±4 <sup>a</sup>
SGR (%/dag)	4.52±0.11 <sup>c</sup>	5.77±0.18 <sup>b</sup>	6.05±0.05 <sup>a</sup>
FCR	1.26±0.03 <sup>a</sup>	0.98±0.02 <sup>b</sup>	0.91±0.04 <sup>b</sup>
voeriname (g/vis/dag)	3.3±0.1 <sup>a</sup>	4.4±0.1 <sup>b</sup>	4.8±0.1 <sup>c</sup>
glucose (mmol/L)	8.5±0.1 <sup>b</sup>	7.8±0.3 <sup>ab</sup>	7.3±0.4 <sup>a</sup>
Lactaat (mmol/L)	8.4±0.7 <sup>a</sup>	10.8±0.4 <sup>b</sup>	9.8±0.4 <sup>ab</sup>
NEFA (mmol/L)	0.10±0.01 <sup>b</sup>	0.13±0.01 <sup>a</sup>	0.14±0.01 <sup>a</sup>
Osmolaliteit (mOsmol/kg)	409±3 <sup>b</sup>	402±1 <sup>a</sup>	397±2 <sup>a</sup>
NKA (µmol P <sub>i</sub> /h/mg eiwit)	1.13±0.14 <sup>b</sup>	0.49±0.07 <sup>a</sup>	0.51±0.05 <sup>a</sup>
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	187±1	188±1	185±2
Cl <sup>-</sup> (mmol/L)	165±5	153±5	158±4
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/L)	9.4±1.0 <sup>b</sup>	10.7±0.3 <sup>ab</sup>	11.9±0.5 <sup>a</sup>
pH	7.40 <sup>b</sup>	7.48 <sup>a</sup>	7.48 <sup>a</sup>

Resultaten van het experiment met verschillende water pH waarden.

<b>groep:</b>	<b>14 ppt</b>	<b>18 ppt</b>	<b>22 ppt</b>	<b>26 ppt</b>	<b>30 ppt</b>
eindgewicht (g)	103.2±15.8 <sup>c</sup>	99.3±11.0 <sup>bc</sup>	100.2±11.5 <sup>bc</sup>	87.4±13.5 <sup>ab</sup>	81.9±11.6 <sup>a</sup>
SGR (%/dag)	7.61±0.19 <sup>a</sup>	7.61±0.01 <sup>a</sup>	7.61±0.13 <sup>a</sup>	7.10±0.05 <sup>b</sup>	6.97±0.06 <sup>b</sup>
FCR	0.77±0.03	0.76±0.02	0.77±0.02	0.81±0.04	0.82±0.04
voeriname (g/vis/dag)	2.49±0.13 <sup>a</sup>	2.38±0.03 <sup>a</sup>	2.41±0.02 <sup>a</sup>	2.16±0.07 <sup>b</sup>	2.07±0.08 <sup>b</sup>
glucose (mmol/L)	6.55±1.03	7.03±0.98	7.17±1.19	7.01±0.92	7.07±0.79
lactaat (mmol/L)	6.93±0.87	7.20±0.72	6.76±0.72	7.29±0.86	8.05±0.85
NEFA (mmol/L)	0.13±0.03	0.12±0.03	0.12±0.03	0.13±0.03	0.12±0.03
osmolaliteit (mOsmol/kg)	388.80±15.67	389.27±9.90	384.33±10.09	393±17.22	394.67±10.75
NKA $\mu$ mol P <sub>i</sub> /h/mg eiwit	0.59±0.55	0.85±0.56	0.7±0.33	1.21±0.76	1.72±0.90

*Resultaten van het experiment met verschillende saliniteitswaarden.*

<b>Groep:</b>	<b>15% (YTK)</b>	<b>15% + taurine (YTK)</b>	<b>25% (YTK)</b>	<b>40% (YTK)</b>	<b>60% (tarbotvoer)</b>
eindgewicht (g)	150.48±48.16 <sup>ab</sup>	128.8±66.31 <sup>a</sup>	186.31±57.98 <sup>b</sup>	206.89±82.68 <sup>b</sup>	321.2±60.01 <sup>c</sup>
SGR (%/dag)	3.54±0.24 <sup>ab</sup>	2.99±0.21 <sup>a</sup>	4.18±0.27 <sup>b</sup>	4.45±0.65 <sup>b</sup>	5.85±0.15 <sup>c</sup>
FCR	0.87±0.08 <sup>ab</sup>	0.99±0.1 <sup>a</sup>	0.78±0.01 <sup>b</sup>	0.73±0.06 <sup>bc</sup>	0.59±0.004 <sup>c</sup>
voeriname (g/vis/dag)	2.83±0.08 <sup>ab</sup>	2.54±0.34 <sup>a</sup>	3.48±0.08 <sup>ab</sup>	3.68±0.04 <sup>b</sup>	5.19±0.22 <sup>c</sup>
glucose (mmol/L)	7.54±1.07	7.60±1.35	9.32±1.22	8.71±1.62	7.82±1.50
lactaat (mmol/L)	8.65±0.83	8.69±1.35	8.85±1.07	9.82±1.26	8.90±0.72
Na <sup>+</sup> (mmol/L)	182.98±3.41	188.44±3.48	186.13±4.75	191.90±5.79	188.12±5.34
HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup> (mmol/L)	10.79±0.96	10.31±1.03	10.09±0.93	9.79±1.21	11.95±1.23
pH	7.47±0.05	7.44±0.04	7.45±0.02	7.41±0.03	7.50±0.04

*Resultaten van het experiment met de verschillende diëten.*

