

Eindverslag 2012

WERKPAKKET 5 Integratie van teelten en Exploitatie Proefbedrijf Zeeuwse Tong

Uitvoerende organisatie WUR, trekker PRI
Pakketleider Jan Ketelaars
Opdrachtgever Stichting Zeeuwse Tong
Doorlooptijd 1 januari 2012 – 31 december 2012

Rapportage: Sander Ruizeveld de Winter en Jan Ketelaars

Inhoudsopgave

Samenvatting van de belangrijkste resultaten	3
Ontwikkeling protocol voor voortplanting F1 ouderdieren.	6
Ontwikkeling protocol pootvisproductie in zagervijvers	10
Bepaling groeicurve F1 en F2 pootvis in zagervijvers	15
Vergelijking gemeten en voorspelde groeisnelheden van tong in zagervijvers	16
Ontwikkeling protocol voor overwintering pootvis	18
Ontwikkeling protocol voor overwintering van ouderdieren	20
Beoordeling bruikbaarheid visvrij zagervoer op basis van reststoffen.	21
Bepaling groei, overleving en opbrengst van zagers, tapijtschelpen en tong in mengteelt. ...	23
Vijver 1 & 7.....	24
Vijvers 3 & 9.....	28
Vijvers 4 & 10.....	31
Vijvers 6 & 12.....	35
Vergelijking groei en uitval oesters gekweekt in mandjes in de ringsloot en vijvers.	38
Testen van een verbeterde oogstmachine voor zagers en schelpdieren	40
Vergelijking kostprijs voor verschillende scenario's van tongkweek en evaluatie technische en economische haalbaarheid gemengd zilt bedrijf.	40

Samenvatting van de belangrijkste resultaten

Kweek van tong op het Proefbedrijf Zeeuwse Tong

Overwintering en voortplanting van ouderdieren

Ouderdieren die binnen of buiten overwinterden bij een temperatuurregime vergelijkbaar met dat van de Oosterschelde maar met een minimum temperatuur van 5 °C, hebben zich in 2011 en 2012 succesvol voortgeplant. Huisvesting van ouderdieren binnen heeft de voorkeur vanwege praktische bezwaren aan de huisvesting buiten.

Ouderdieren (afkomstig uit de Genotype * Milieu experiment van 2011) en gehuisvest in een tank in de loods op doorstroom vertoonden een groot verschil in gewichtstoename: tussen oktober 2011 en oktober 2012 namen de mannen (17 individuën) gemiddeld 69 g toe in gewicht, de groep vrouwen (eveneens 17 individuën) gemiddeld 209 g. De groei van deze vrouwelijke dieren is opmerkelijk gezien het feit dat deze dieren zich in dezelfde periode voortgeplant hebben.

Tonglarven

Tonglarven die spontaan tot ontwikkeling kwamen uit eieren van ouderdieren die zich in de wintercompartimenten buiten bevonden, ontwikkelden zich voorspoedig. Half oktober, op een leeftijd van ca. 5 maanden, wogen deze visjes gemiddeld ruim 50 g. Het aantal pootvisjes was evenwel heel gering t.o.v. de ingeschatte ei-productie.

Tonglarven die twee dagen na hatchen uitgezet werden in een vijver ingezaaid met zagerlarven, bereikten begin oktober eenzelfde gewicht: gemiddeld ruim 50 g. Ook in deze vijver waren de dichtheden uiterst laag: minder dan 1 visje per m². Het voedselaanbod moet voor deze dieren dus zeer royaal zijn geweest. De meeste visjes in beide groepen hadden een normaal witte buik. Een groei vanaf hatchen tot een gewicht van 50 g in 5 maanden is uitzonderlijk snel: bij het voormalige Solea BV duurde dit gemiddeld twee maal zo lang.

De waargenomen groei van beide groepen visjes was vanaf een gewicht van 13 g (het gewicht bij de eerste bemonstering) in overeenstemming met de uitkomsten van een eerder ontwikkeld simulatiemodel: dit model voorspelde op 17 oktober een gewicht van 47 g terwijl het waargenomen gewicht 51 g bedroeg. Het model lijkt dus bruikbaar om de groei tijdens het eerste jaar onder andere omstandigheden te simuleren. Simulaties met een vroegere datum waarop visjes 13 g wegen, geven aan dat met een dergelijk formaat pootvis in één groeiseizoen het formaat van een slibtong bereikt kan worden.

Zowel de nauplii van copepoden als zagerlarven bleken bruikbaar levend voedsel voor de opkweek van tonglarven. Pogingen deze opkweek buiten uit te voeren leverden slechts kleine aantallen visjes op, vermoedelijk als gevolg van te lage watertemperaturen, predatie en vervuiling van de kweekbakken. Opkweek binnen onder meer gecontroleerde omstandigheden verdient de voorkeur.

Pootvis bestemd voor door kweek in 2013

Pootvis afkomstig uit de hatchery/nursery in IJmuiden en uitgezet in een zagerlarvenvijver, ontwikkelde zich trager met een grotere spreiding in eindgewicht. Het begingewicht bij uitzetten op 18 juli 2012 bedroeg 10 g, het eindgewicht op 4 oktober 2012 40 g .

Pootvis bestemd voor doorkweek in 2012

Pootvis afkomstig uit de hatchery/nursery in IJmuiden, bedoeld voor doorkweek tot consumptieformaat in 2012, groeide traag met een gewichtstoename variërend tussen vijvers van gemiddeld 0.4 – 0.5 g per vis per dag. Vermoedelijk bestond de populatie vissen uit een nog groter aandeel mannen dan in 2011 (85% M, 15% V), aangezien de grootste

pootvissen tijdens het transport vanuit IJmuiden waren dood gegaan. De waargenomen groei komt overeen met de gemiddelde gewichtstoename van mannelijke exemplaren in 2011 (0.5 g per vis per dag), terwijl vrouwelijke exemplaren toen gemiddeld 0.84 g per vis per dag groeiden. Vergroting van het aandeel vrouwen in de productie van pootvis is dus cruciaal voor een verbetering van de doorweek van tong.

Kweek van zagers

Na inzaai van vijvers met zagerlarven treedt uitval op. Bij het eerste bemonsteringstijdstip is vaak nog maar 50% of minder aanwezig. Ook gedurende de ontwikkeling van de populatie in de vijvers treedt een afname van de dichtheid op die groter is naarmate er meer larven ingezaaid worden. Dit lijkt op een proces van zelfdunning. Bij zelfdunning splitst de populatie zich op in wijkers en blijvers. Wat het lot van de wijkers is, is niet met zekerheid te zeggen. Waarnemingen aan de uitstroom van vijvers laten zien dat ook hele jonge zagers (met een gewicht van 0.05 g) gaan zwermen mogelijk als reactie op een te hoge dichtheid en in een poging een ruimere plek te vinden. Wanneer deze mogelijkheid niet aanwezig is zullen wijkers vermoedelijk door sterfte uit de populatie verdwijnen. Wanneer pootvis uitgezet wordt in vijvers met zagerlarven kunnen deze voor een dunning zorgen. Op die manier wordt de populatie op een nuttige manier afgeroomd. Hoeveel pootvisjes zich op die manier in een zagerlarvenvijver kunnen ontwikkelen zonder negatief effect op de zageropbrengst, is o.a.. afhankelijk van de voergift. Een vergelijking van vijvers met een lage en een hoge dichtheid pootvisjes suggereert een aantal van minimaal 5 per m².

Tot nu toe wordt in de vijvers een karpervoer gebruikt als voer voor de zagers. Dit blijkt in eerste-jaars zagervijvers efficiënt benut te worden. De voederconversie in deze vijvers ligt gemiddeld over het hele seizoen rond de 0.4 - 0.5 (kg voer per kg geproduceerde biomassa). In werkelijkheid is er een geleidelijke toename naarmate het seizoen vordert, met waarden beginnend bij 0.2 en oplopend naar 0.5. Een verklaring kan zijn dat aan het begin zagerlarven relatief het meest profiteren van natuurlijk voedsel aanwezig in de vijvers. Een andere verklaring is een geleidelijke afname van het voerniveau (voergift t.o.v. onderhoudsniveau). In tweede jaarsvijvers ligt de voederconversie ongunstiger met waarden tussen 0.7 en 0.9, mogelijk ook als gevolg van een lager voerniveau in het tweede jaar.

Er zijn twee motieven om een alternatief zagervoer te ontwikkelen: het vermijden van het gebruik van vismeel en visolie, en het verlagen van de kostprijs. In een voederproef van 55 dagen werd daarom een restproduct van Zeelandia getest in drie verschijningsvormen: als poeder, als 2 mm korrels en als 6 mm pellets. Het restproduct bleek goed bruikbaar als zagervoer mits aangeboden in de vorm van fijne korrels van 2 mm.

De groei gemeten op het fijnkorrelige product bedroeg 68% van de groei gemeten op het standaardvoer: een karpervoer van Coppens met 40% ruw-eiwit in de organische stof. Deze geringere groei is waarschijnlijk het gevolg van een veel lager eiwitgehalte (24%) van het restproduct. Voeding van het fijnkorrelige product leidde tot een wat lager eiwitgehalte van de zagers en een hoger gehalte aan overige organische stof vergeleken met de gehalten op karpervoer. Momenteel wordt in samenwerking met Zeelandia en ComGoed bekeken hoe het restproduct het beste verwerkt kan worden tot korrels en welke prijs het product dan heeft.

Voor verdere verlaging van de kostprijs van zagers, is ook een veel efficiëntere oogstmachine gewenst. Om die reden wordt samen met Machinefabriek Bakker gewerkt aan een nieuw ontwerp waarmee de oogstsnelheid een factor 10 verhoogd kan worden, i.c. van 50 m² naar 500 m² per uur. Om de beste technieken te selecteren voor het opzuigen van het sediment en het scheiden van het mengsel van zand, water, zagers en schelpen zijn nog kleinschalige proeven nodig.

Kweek van tapijtschelpen

In 2011 bleek er een groot verschil in groei tussen tapijtschelpen aanwezig in het sediment en tapijtschelpen aanwezig in emmers met zand in de waterkolom. De oorzaak werd gezocht in een geringere voedselbeschikbaarheid voor eerstgenoemde schelpen als gevolg van een te hoge dichtheid. Daarom werden vijvers in 2012 met een veel lagere dichtheid ingezaaid. Desondanks verbeterde de groei van de schelpen nog niet, mogelijk als gevolg van een slechte algengroei door concurrentie van wieren.

Kweek van Japanse oesters

Japanse oesters groeien goed op het aanbod van algen in de vijvers van het Proefbedrijf. Infecties met het oestervirus zorgen echter voor een grote maar sterk wisselende uitval. In 2011 bleken er grote verschillen in sterfte tussen locaties binnen het Proefbedrijf. Oesters die de epidemie van 2011 overleefden werden in 2012 opnieuw getest, ditmaal op de zelfde locatie in dezelfde dichtheid. Verschillen in uitval in 2011 werden volledig gecompenseerd door de verschillen in uitval in 2012; met als gevolg dat van de populatie oesters aanwezig begin 2011 eind 2012 in alle gevallen nog slechts 20% in leven was.

In een nieuw experiment in 2012 werd het effect van vijverconditie, en met name de aanwezigheid van zagers, op de uitval van oesters onderzocht. Massale sterfte trad op in een periode van 2 weken in juni. Tussen vijvers bestonden verschillen maar die waren niet gerelateerd aan de aanwezigheid van zagers. De verschillen tussen oestermanpjes in eenzelfde vijver bleken opnieuw groot. Ze ondersteunen het idee dat kruisbesmetting van oesters zich afspeelt op de schaal van centimeters en bepalend is voor de omvang van de sterfte tijdens een epidemie.

Economie van het gemengd zilt bedrijf

Uit eerdere berekeningen bleek de kwaliteit en kostprijs van pootvis bepalend voor de winstgevendheid van tongkweek in vijvers. Om die reden wordt gewerkt aan de opzet van een broedhuis waarin copepoden en zagerlarven gebruikt zal worden als levend voedsel voor tonglarven. Om de economische haalbaarheid van het gebruik van zagerlarven te kunnen toetsen, werd een theoretische berekening uitgevoerd van de behoefte aan zagerlarven en de daarmee verbonden kosten. In theorie kunnen met 1 paarijpe zagervrouw 32 tonglarven tot en met de metamorfose opgekweekt worden. Uitgaande van een fictieve prijs van € 50 per kg paarijpe zagers (omgerekend 1 Euro per paarijpe zagervrouw) volgt hieruit € 0.03 aan kosten voor de voeding van één tonglarve. De werkelijke kosten zullen afhankelijk zijn van de werkelijke prijs van paarijpe zagers en de uitval van tonglarven tijdens de opkweek.

Eerdere berekeningen aan de economische haalbaarheid van de combinatie kweek van algen, tapijtschelpen en zagers onder extensieve omstandigheden werden vergeleken met de berekeningen van Zeeland Aquacultuur aan een intensieve kweek. Dit was voor ZA aanleiding de berekeningen te herzien.

Ontwikkeling protocol voor voortplanting F1 ouderdieren.

Aanpak

Tijdens het voorjaar van 2011 zijn 64 dieren gehuisvest geweest in het wintercompartiment van vijver 3. Deze dieren hebben zich spontaan voortgeplant, en de nakomelingen hebben zich in de vijver verder ontwikkeld. Gedurende de zomer/najaar zijn er vervolgens 136 jonge dieren aangetroffen.

Dat deze 64 dieren zich zouden voortplanten was niet verwacht. Ten eerste was de leeftijd van de dieren nog maar 2 jaar. Van dieren in het buitenwater is bekend dat ze zich pas op latere leeftijd voortplanten. Ten tweede is het voortplanten van F1 dieren bij Solea BV. gedurende enkele jaren geprobeerd en moeizaam verlopen.

Om vast te stellen of de reproductie van tong in het voorjaar van 2012 te herhalen zou zijn, zijn er op verschillende manieren dieren gehuisvest, zowel op het proefbedrijf, als bij IMARES. Deze proef vormt onderdeel van een gezamenlijk experiment met IMARES. Resultaten van fysiologische metingen worden elders gerapporteerd.

Op het proefbedrijf zijn gehuisvest:

1. 250 dieren in het wintercompartiment van 100 m² in vijver 3.

De dieren die zich in 2011 hebben voortgeplant waren in dit compartiment gehuisvest. Door dieren wederom in dit compartiment te huisvesten is geprobeerd dicht bij de behandeling van 2011 blijven. De aanpassing die is gedaan ligt in het aantal dieren dat is gehuisvest.

Het zou wellicht economisch interessant kunnen zijn tong voort te planten door ouderdieren buiten te huisvesten en de reproductie volledig natuurlijk (ongestuurd) te laten verlopen. Argument hiervoor is dat er geen arbeid gemoeid was met de productie van de nakomelingen in het voorjaar van 2011 en de jonge dieren zeer snel groeiden. In hoeverre deze manier van reproductie economisch haalbaar is, is dan afhankelijk van de betrouwbaarheid van de reproductie en het aantal nakomelingen dat op deze manier geproduceerd kan worden.



Fig.1. Wintercompartiment vijver 3.

De 64 dieren van de winter 2010-2011 zijn uit het compartiment verwijderd, en er zijn 250 dieren teruggeplaatst. 150 dieren waren de grootste dieren die in het seizoen 2011 zijn opgekweekt (grote en snel groeiende dieren zijn voornamelijk vrouw), en 100 dieren voorzien van tags uit een voorgaand experiment waarvan vaststond dat het mannen betrof. Gedurende de winter en het voorjaar zijn er diverse malen zaggers aan het compartiment toegevoegd om de voedselvoorraad op peil te houden.

2. 4 Broodstocks met dieren in tanks van 9 m² in het wintercompartiment van vijver 4.

In samenwerking met IMARES is besloten om 2 groepen ouderdieren buiten te huisvesten in tanks met een aan Solea BV. vergelijkbaar oppervlak en dichtheid. Eén groep van deze dieren is gedurende het seizoen opgeofferd voor bemonsteringen door IMARES. De andere groep is aangehouden om waar te nemen of er bevruchte eieren worden geproduceerd.

Hiernaast is tijdens een experiment op het proefbedrijf in 2011 een groep dieren gehuisvest geweest waaruit een broodstock is geselecteerd. Deze broodstock is in het derde compartiment gehuisvest. In het vierde compartiment zijn de dieren van 2010-2011 gehuisvest.

De dieren van 2010-2011 zijn aangehouden om vast te stellen of deze dieren zich in 2012 in een andere huisvesting (kleinere tank, hogere dichtheid) ook weer zouden voortplanten.



Fig. 2. Tanks in het wintercompartiment van vijver 4.

3. 2 Broodstocks in tanks van 9 m² binnen.

Naast de huisvesting van dieren buiten is ervoor gekozen ook dieren binnen te huisvesten. Het was de opzet om deze tanks te overdekken met folie, en met kunstlicht te belichten, analoog aan het lichtregime dat bij Solea bv. heerst. De tanks worden verversd met Oosterscheldewater, terwijl de tanks bij Solea bv recirculatie van water hebben. Het is niet gelukt de overdekkingen met kunstlicht aan te brengen voor het eerste monsternamen moment van IMARES. In overleg zijn de dieren verder niet bemonsterd. Ze zijn wel aangehouden om DE ei-productie vast te stellen.

Resultaten:

Bij behandeling 1 zijn op verschillende momenten drijvende eieren in het compartiment waargenomen. Enkele van deze eieren zijn verzameld om vast te stellen of de eieren bevrucht waren, wat het geval bleek. Verder zijn de geproduceerde eieren niet afgevangen, maar in de vijver gelaten om ontwikkeling gelijk aan 2011 te laten verlopen en het succes van minimaal gecontroleerde opkweek van jonge vis vast te stellen.

Het uiteindelijke resultaat is 48 jonge dieren geweest (zie verder onder "Ontwikkeling protocol pootvisproductie in zagervijvers"). In hoeverre dit lage aantal dieren wordt veroorzaakt door tegenvallende voortplanting, of door tegenvallers bij de ontwikkeling van eieren en larven is niet met zekerheid te zeggen.



Fig. 3. Tanks met broodstocks in de loods.

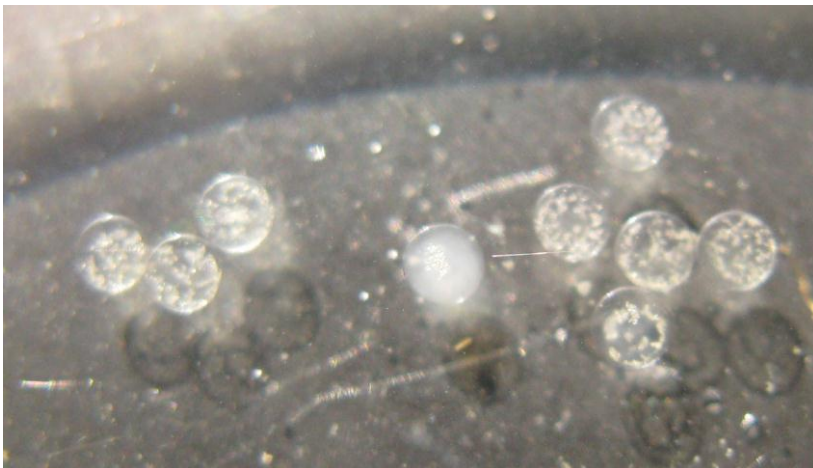


Fig. 4. Foto door binoculair van tong eitjes. Het witte ei in het midden is dood.

Bij behandeling 2 en 3 zijn geproduceerde eieren zo goed als mogelijk verzameld, gewogen en is het bevruchtigingspercentage vastgesteld.

Gebleken is dat alle groepen ouderdieren in behandeling 2 en 3 zich hebben voortgeplant, en bevruchte eieren hebben geproduceerd. In totaal is er 2,7 kg eieren opgevangen en verplaatst naar incubatoren. Aangezien het zoutpercentage in Oosterschelde water slechts 30 ppt bedraagt is scheiding van bevruchte en niet bevruchte eieren volgens het standaard protocol van bezinking direct na de eiproductie niet mogelijk gebleken. Door de eieren enige tijd te incuberen trad er wel scheiding op tussen drijvende (bevruchte) en zinkende (dode) eieren. De dode eieren uit verschillende batches zijn teruggewogen, en hieruit volgt een gemiddeld bevruchtigingspercentage van 26 %.

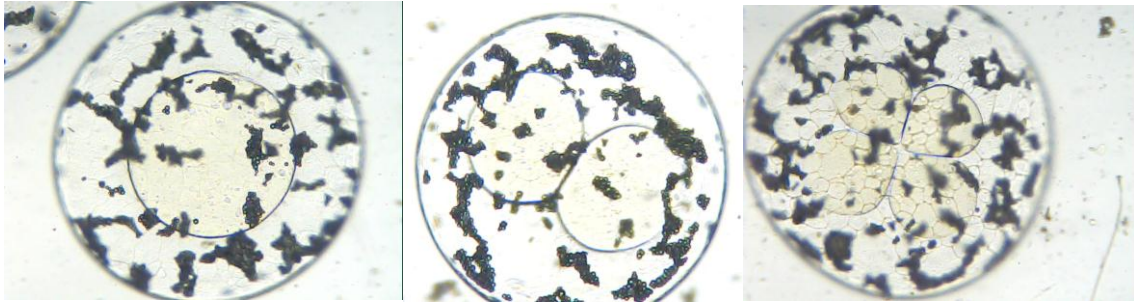


Fig. 5. Eerste celdelingen in tong eitjes net na bevruchting.

Productie en collectie van eieren in broodstocktanks geplaatst in een vijver (behandeling 2) is niet als de meest functionele methode aan te merken.

Hiervoor zijn diverse argumenten aan te voeren:

1. Extreme gevoeligheid voor defecte techniek; door plaatsing van de broodstocks buiten wordt het systeem zeer gevoelig voor storingen, in februari 2012 zijn er enkele dagen geweest dat bij uitval van verwarming de handelingstijd voor reparatie van de verwarming slechts 30 minuten bedroeg.
2. Bij huisvesting in een vijver zoals dat in 2011-2012 is gedaan ontstaan er vele organismen die terecht komen tussen de geproduceerde eieren. Deze organismen vervuilen de partij eieren, wat vervolgens richting hatchen en opkweek weer allerlei problemen veroorzaakt. Ei-collectoren verstoppen te snel door aangroei van wieren, wat het doorstromen van de collectoren beperkt en het afvangen van eieren bemoeilijkt.
3. Verzamelen van eieren uit de collectoren wordt bemoeilijkt door plaatsing in een vijver en de aanwezigheid van netten in vergelijking met broodstocktanks zoals die in de loods staan.

Behandeling 3 is de best toepasbare behandeling voor het houden van ouderdieren en het succesvol afvangen van eieren gebleken. De tanks ontvingen gefilterd (60 micron) Oosterschelde water zodat de tanks het temperatuursverloop van het buitenwater zoveel mogelijk volgden. In perioden dat het Oosterscheldewater beneden 5 °C was, is het water in de tanks verwarmd tot 5 °C.

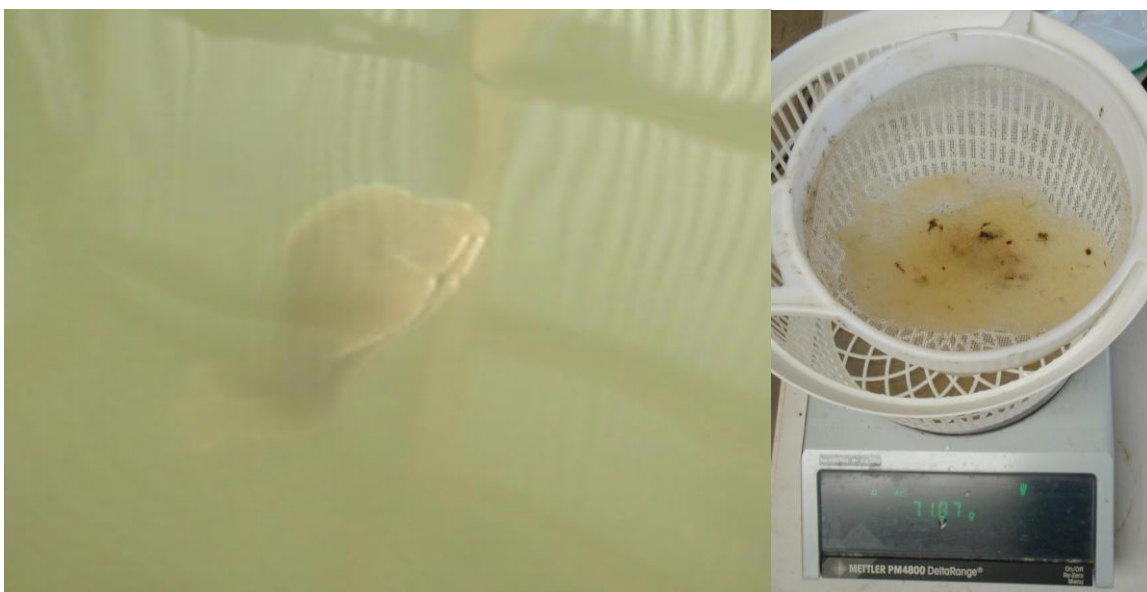


Fig. 6. Voortplantende tong, en geproduceerde eieren.

Door de filtratie kwamen er geen ongewenste organismen in de tanks, echter werd er wel veel slib ingenomen. Het slib maakte het water dusdanig troebel dat inspectie van de bodems van de tanks alleen via een kijkbuis mogelijk was. Tevens ging het slib na verloop van tijd de ei-collectoren vervuilen, zodat deze ook regelmatig gereinigd moesten worden. Het is dus raadzaam een extra filterstap in te bouwen die ook het aanwezige slib verwijdert voordat het water in de tanks stroomt.

Voor het snel scheiden van bevruchte en niet-bevruchte eieren zou water met een hoger zoutgehalte wenselijk zijn. Echter is toepassing hiervan waarschijnlijk alleen mogelijk wanneer wordt gekozen voor een recirculatiesysteem, aangezien bij een doorstroomsysteem zeer grote hoeveelheden zout moeten worden toegevoegd.

Ouderdieren (afkomstig uit de Genotype * Milieu experiment van 2011) en gehuisvest in een tank in de loods op doorstroom (behandeling 3) vertoonden een groot verschil in gewichtstoename: tussen oktober 2011 en oktober 2012 namen de mannen (17 individuën) gemiddeld 69 g toe in gewicht, de groep vrouwen (eveneens 17 individuën) gemiddeld 209 g. De groei van deze vrouwelijke dieren is opmerkelijk gezien het feit dat deze dieren zich in dezelfde periode voortgeplant hebben.

Ontwikkeling protocol pootvisproductie in zagervijvers

Methode 1: Houderij van ouderdieren in een vijver en ontwikkeling van broed in deze vijver

Op 24 april 2012 zijn er 3 miljoen zagerlarven in de vijver uitgezaaid. Dit aantal is gelijk aan het normale aantal zagerlarven dat in een vijver wordt ingezaaid. Deze zagerlarven hadden als voeding voor de vislarven kunnen dienen.

Gedurende 2012 is er verschillende malen in vijver 3 gevestigd, en zijn de jonge dieren die werden gevangen gewogen. Bij het afvissen van de vijver in het najaar zijn in totaal 48 dieren gevangen.

Dit aantal is extreem laag wanneer het wordt vergeleken met het voorjaar van 2011, toen er 136 dieren zijn geproduceerd. Zeker wanneer het aantal ouderdieren in de vijver in beschouwing wordt genomen. In 2011 waren dit 64 dieren, en in 2012 waren het 250 dieren met hogere gewichten.

De meest waarschijnlijke reden voor het tegenvallende resultaat lijkt een hogere predatiedruk in de vijver. In maart 2011 is het nieuwe wintercompartiment van vijver 3 gebouwd, en hiervoor heeft de vijver gedurende 3 dagen droog gestaan. Vervolgens is de vijver opgevuld, en zijn de ouderdieren in de vijver geplaatst. Gezien het temperatuurverloop van de vijver zullen de dieren zich kort na het overplaatsen hebben voortgeplant. Aangezien de vijver kort daarvoor heeft drooggestaan, is het niet aannemelijk dat er veel predatoren in de vijver aanwezig waren rond het moment van voortplanten in het voorjaar van 2011. Aangezien de ouderdieren voor het jaar 2011-2012 al in het najaar van 2011 in vijver 3 zijn gehuisvest, was er geen mogelijkheid de vijver gedurende het voorjaar van 2012 droog te zetten. Het gevolg was dan ook dat er in de vijver een scala aan organismen voorkwam, waarvan bekend is dat ze prederen op visseneieren en larven, bijvoorbeeld de grijze garnaal en vlokreeft.

Uit de bemonsteringen van de zagerpopulatie gedurende 2012 is gebleken dat er ook weinig zagers tot ontwikkeling zijn gekomen uit de ingezaaide larven. Ervaringen uit de zagerkweek leren dat het inzaaien van een vijver die niet droog heeft gestaan meestal weinig resultaat oplevert, aangezien de zagerlarven worden opgegeten door predatoren. In hoeverre de

predatoren direct op eieren en jonge vis hebben gepredeerd of dat ze de voeding voor de jonge dieren hebben opgegeten kan niet worden vastgesteld.

Op basis van de resultaten van afgelopen twee jaren kan geconcludeerd worden dat het mogelijk is om ouderdieren in een buitenvijver te houden, en deze tot voortplanten te brengen. Ook de ontwikkeling van eieren en jonge vissen is in beide jaren mogelijk gebleken.

De hoeveelheden jonge vis die met deze methode zijn geproduceerd, zijn echter niet noemenswaardig. Praktische aanpassingen aan het protocol om wel tot grote hoeveelheden jonge dieren te komen zijn lastig te bepalen. Vandaar dat dit protocol niet de voorkeur verdient.

Methode 2: Introductie van tonglarven 2 dagen na hatchen in een zagerlarvenvijver.

Gedurende de gehele winter 2011-2012 heeft vijver 9 van het proefbedrijf droog gestaan. Vanaf 20 april 2012 is de vijver gevuld, en op 25 april 2012 is de vijver ingezaaid met +/- 10 miljoen zagerlarven (dichtheid: 10.000 per m²). Vervolgens zijn op 15 mei +/- 9000 2 DAH larven naar de vijver verplaatst. Op 24 en 25 mei is dit herhaald met respectievelijk +/- 10.000 en 15.000 larven. In totaal zijn er ongeveer 34.000 larven in vijver 9 uitgezet.

Gedurende oktober 2012 is deze vijver afgevisd, en zijn alle geproduceerde dieren naar binnen verhuist. In totaal zijn er 464 visjes in de vijver gevangen, wat overeen komt met een overlevingspercentage van larf tot visje van +/- 1.4 %.

De dieren die tot ontwikkeling zijn gekomen in de vijver hebben gemiddeld een betere groei laten zien in vergelijking tot dieren afkomstig van het voormalige Solea bv. Het gemiddelde gewicht van de dieren in de zagerlarvenvijver 9 lag op 16 oktober 2012 (+/- 150 dagen oud) op 53 gram. Ter vergelijking: het gemiddelde gewicht van dieren afkomstig van voormalig Solea bv. (vijver 6 & 12) bedroeg op 4 oktober 2012 (+/- 270 á 300 dagen oud) 40 gram.

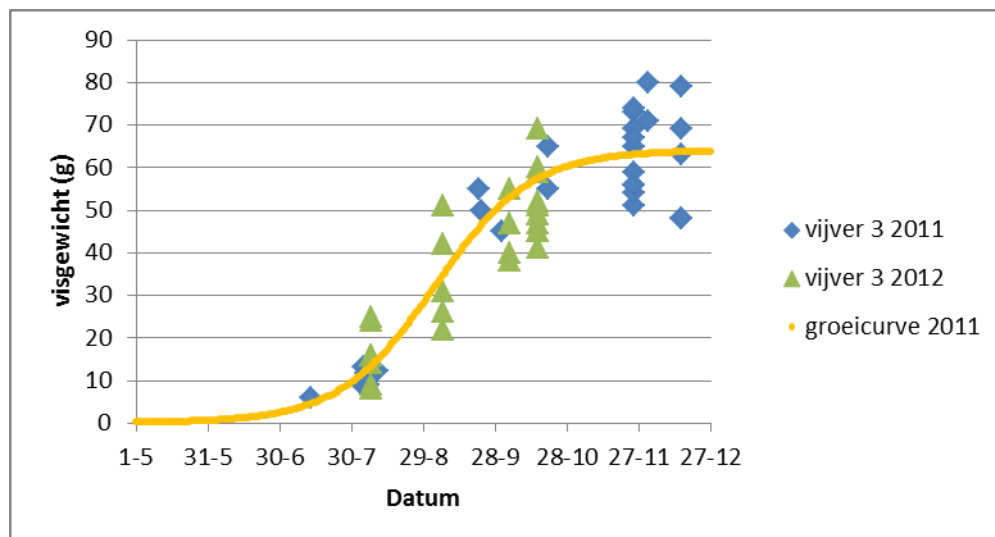


Fig. 7. Groei van vis in vijver 3 gedurende 2011 en 2012

Aangezien maar 1.4 % van de larven die in vijver 9 zijn uitgezet uiteindelijk zijn terug gevangen, is het mogelijk dat alleen de snelst groeiende dieren tot ontwikkeling zijn gekomen, en dat dit de verklaring is voor de snelle groei die is waargenomen. Om dit te onderzoeken is gezocht welke gewichten horen bij de 1 % snelst groeiende dieren die bij

Solea bv. vandaan zijn gekomen. Van de 143 dieren uit vijvers 6 en 12 die op 4 oktober zijn gewogen zijn de 3 zwaarste dieren gezocht. Deze dieren wogen 71, 71 en 72 gram. Deze dieren zijn aanmerkelijk zwaarder dan het gemiddelde van de eigen productie op 16 oktober (53 gram). Echter zijn deze dieren ook bijna tweemaal zo oud.

Van de visjes die op het proefbedrijf zijn opgekweekt zijn op 17 oktober 109 dieren aselekt gekozen en op 20 °C gehuisvest. Na twee maanden (19 dec. 2012) zijn deze dieren gewogen (leeftijd +/- 210 dagen), en bedroeg het gemiddelde gewicht 79 gram. Wanneer dit wordt vergeleken met de het gewicht van de zwaarste dieren van Solea bv. na 270 á 300 dagen (71 gram) dan blijkt dat niet alleen de sterke selectie gedurende het juveniele stadium een verklaring kan zijn voor de snelle groei.

Methode 3. Larven opkweken tot na de metamorfose en dan verplaatsen naar een vijver.

Naast het direct in een vijver brengen van gehatchte larven zijn er met de larven verschillende experimenten gedaan op het gebied van houderij en voeding. Aangezien de visjes van 2011 die zich in een vijver hebben ontwikkeld natuurlijke pigmentering vertoonden is er geprobeerd deze natuurlijke pigmentering ook te verkrijgen wanneer de dieren in meer gecontroleerde omstandigheden zijn gehuisvest.

- a. Voeding van larven met zoöplankton (< 200 micron) afgevangen uit vijvers van het proefbedrijf en gevoerd aan larven in bakken zonder en met zand buiten. Deze behandeling gaf weinig succesvolle ontwikkeling van larven. Gedurende de eerste dagen is er direct veel uitval van larven waargenomen. Waarschijnlijk was het aangeboden zoöplankton te groot om door de jonge dieren te worden geconsumeerd. Bij het aanbieden van zoöplankton werd in eerste instantie al het verzamelde materiaal uit de vijvers aangeboden. Hierdoor werd ook dood zoöplankton aangeboden. Na verloop van tijd hoopte dit dode materiaal zich op in hoeken en langs de randen en veroorzaakte het vervuiling op de bodem van de larventanks. Er ontstonden zwarte plekken in het sediment, en ook in de tanks zonder sediment ontstonden donkere plekken op de bodem. Het dode materiaal is door afzuigen zo goed als mogelijk verwijderd. Het verwijderen van het vuil ging redelijk goed in de periode dat de dieren nog pelagisch leefden. Na de metamorfose zochten de jonge vissen echter deze plekken op, waarschijnlijk omdat ze zich erin gemakkelijk in konden verbergen/begraven. Dit gebeurde zowel in de bakken met als zonder zand. Waarschijnlijk was de structuur van het dode/rottende/verterende materiaal dusdanig, dat de dieren er de voorkeur aan gaven boven het aangeboden metselzand wat grover van korrel is. Het verwijderen van het dode materiaal gaf moeilijkheden toen de dieren zich erin gingen verbergen, aangezien dan ook de dieren werden verwijderd.

Het leek aannemelijk dat de dieren zich niet in het dode materiaal zouden begeven als dit negatieve gevolgen voor hen zou hebben. Dus is het materiaal na de metamorfose in eerste instantie niet verder verwijderd. Na verloop van tijd werden s'ochtends echter dode dieren in de bakken aangetroffen, terwijl de temperatuur die nacht geen reden voor uitval had kunnen zijn. Enige aanwijsbare reden was de aanwezigheid van het dode zoöplankton. Dit is dan verder ook zo goed als mogelijk verwijderd.

De dieren die met deze behandelingen zijn geproduceerd hadden zowel in de bakken met zand als zonder zand een natuurlijke pigmentering.

De aanwezigheid van zand lijkt zodoende niet noodzakelijk voor de ontwikkeling van een natuurlijke pigmentatie. De aanwezigheid van zand heeft aan het einde van de experimenten zoals uitgevoerd het verzamelen van de jonge dieren bemoeilijkt.

- b. Voeding van larven met zoöplankton (< 44 micron) afgevangen uit vijvers en gevoerd aan larven in bakken zonder zand gedurende de eerst 5 dagen na ontwikkeling van de mond, vervolgens voeren met zoöplankton (<200 micron) tot net na metamorfose. Deze behandeling liet gedurende de eerste dagen weinig uitval zien vergeleken met behandeling a. Het lijkt erop dat de prooidieren qua maat beter bij de jonge dieren pasten. Naarmate werd overgegaan naar groter zoöplankton werd de vervuiling van de bakken ernstiger (zie ook behandeling a). Diverse malen is het vuil van de bodem verwijderd door afzuigen. Na enige tijd was toch te veel vuil tussen de jonge visjes aanwezig op de bodem. s'Ochtends is toen meer dan de helft van visjes van +/- 1 cm dood aangetroffen op de bodem van de tank, waarschijnlijk als gevolg van aanwezig vuil. De nog levende dieren zijn vervolgens verplaatst naar een bak met zand die een week daarvoor was ingezaaid met zagerlarven, en de dieren zijn verder goed tot ontwikkeling gekomen.
- Het experiment met < 44 micron zoöplankton is met een latere batch larven herhaald. Bij toevoeging van zoöplankton is toen overgeschakeld op het volgende protocol: Zeef (< 200 micron) met zoöplankton uit de vijver werd geleegd in een emmer. Emmer goed roeren en in het licht zetten. Het dode zoöplankton verzamelt zich in het midden van de emmer, en het levende zoöplankton verzamelt zich aan de randen in de schaduw. Levend zoöplankton werd vervolgens met een hevel afgezogen, onderwater uitgezeefd (< 44 micron) en gevoerd. Dit verminderde de vervuiling van de larven bakken drastisch, aangezien er alleen levend zoöplankton werd toegevoegd.



Fig. 8. Ontwikkeling van larven en juveniele tong. LinksBoven: Larve met dooierzak, RB: larve met ontwikkelde mond, LO: vis net na metamorfose, RO: visjes van enkele maanden oud.

- c. Voeding van tonglarven met zagerlarven van *Neanthes* in bakken zonder en met sediment buiten. Van de geïntroduceerde larven zijn er een aantal tot ontwikkeling

gekomen zowel in de bakken met zand als in de bakken zonder zand. Direct na de introductie van zagerlarven migreerden deze naar de bodem van de tank, en binnen een 1/2 dag bevonden de zagerlarven zonder zand zich in groepjes op de bodem. Aangezien de tonglarven nog pelagisch leefden, zijn de zagerlarven door middel van licht roeren weer in suspensie gebracht.

Bij de bakken met zand waarin zagerlarven zijn gebracht, zijn de zagerlarven niet meer waargenomen. De pelagische jonge tong bevond zich veel bij de bodem, en schoot regelmatig even naar voren, wat leek op foerageergedrag. Enkele kleine tongtjes zijn tot ontwikkeling gekomen. Als voer lijken zagerlarven dus geschikt.

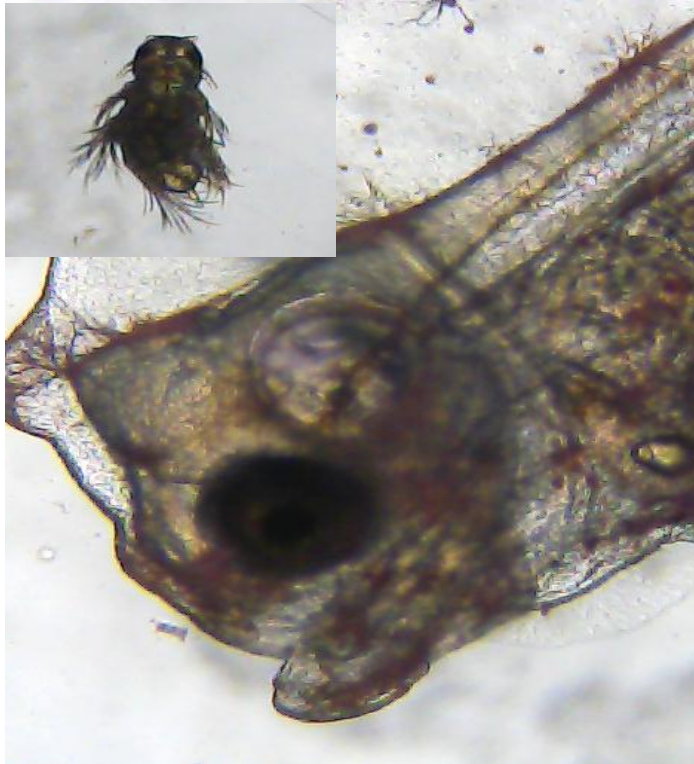


Fig. 9. Foto van zager- en tonglarfje bij gelijke vergroting.

- d. Voeren van tonglarven met copepoden van Fry Marine in bakken zonder zand. Tonglarven zijn goed tot ontwikkeling gekomen. Gedurende de eerste dagen is er gevoerd met net gehachte copepoden. Na enkele dagen is er algenmedium aan de tanks toegevoegd, om de aanwezige copepoden van voedsel te voorzien. Hierna werd inspectie van de jonge tong lastig. Voor de eerste dagen lijken de copepoden een geschikt voer. Echter dienen er zeer grote hoeveelheden te worden gevoerd naar mate de vislarven groter worden. Wellicht dat een groter prooidier dan de voorkeur gaat verdienen. Aangezien de bakken buiten opgesteld stonden groeide er na verloop van tijd veel wieren in de bakken. In één van de bakken zijn ook zagerlarven toegevoegd en in deze bak was de aangroei van wier niet aanwezig.
- e. Tonglarven zijn door dhr. Meijering van Neanthes meegenomen en bij hem op het bedrijf binnen met zagerlarven gevoerd en na de metamorfose zijn de jonge dieren naar een vijver buiten verplaatst. De migratie van zagerlarven naar de bodem lijkt binnen bij kunstlicht minder voor te komen dan op het proefbedrijf buiten werd waargenomen.

Belangrijkste knelpunten ondervonden bij de opkweek van tonglarven dit voorjaar:

1. Geen goed inzicht in wat er gebeurt in de vijvers. Bij de behandeling waarbij tong eieren in de vijver zijn geproduceerd en verder tot ontwikkeling zijn gekomen, is niet bekend waarom het aantal jonge dieren laag is gebleven. Mogelijkheden waaraan gedacht wordt, zijn; fluctuerende watertemperatuur/ te lage water temperatuur, aanwezigheid van predatoren op eieren en larven en de afwezigheid van voldoende geschikte voeding.
2. Ook bij de behandeling waarbij larven voor 1^e voeding in een vijver zijn geïntroduceerd is onbekend waarom het succes laag is gebleven. Predatie op eieren kan worden uitgesloten. Aangezien deze vijver heeft drooggestaan en de behandeling succesvoller is geweest dan de behandeling waarbij in de vijver eieren zijn geproduceerd (niet drooggestaan), lijkt het droogzetten van een vijver een positieve invloed te hebben. Het lijkt aannemelijk dat hierdoor minder predatoren aanwezig waren, echter is dit niet met zekerheid te zeggen.
3. Wanneer larven in bakken buiten worden opgekweekt was de temperatuur niet te controleren. Mogelijk hebben koude nachten veel uitval veroorzaakt.
4. Plaatsen van bakken buiten kan leiden tot aangroei van wieren in de bakken, wat het schoonhouden van de bakken bemoeilijkt.
5. Wanneer de larven in gecontroleerde omstandigheden worden gehouden, is het aanbieden van de juiste kwaliteit, maat en hoeveelheid zoöplankton behorende bij de diverse levensfasen van de larven lastig.

Bepaling groeicurve F1 en F2 pootvis in zagervijvers

De in 2011 spontaan tot ontwikkeling gekomen F2 dieren zijn gedurende de winter in één van de wintercompartimenten gehuisvest. Bij verwijdering van de noodverwarmingen uit dit compartiment zijn twee dieren dood aangetroffen. Fuikenvisserij in dit deel van de vijver heeft 7 visjes opgeleverd, terwijl er bijna 200 waren uitgezet. Het is niet duidelijk of de dieren uit het winterverblijf hebben kunnen ontsnappen, of dat er sterfte is opgetreden. Het is dus nog niet mogelijk gebleken een rechtstreekse vergelijking te maken van groeicurven van F1 en F2 visjes.

F1 visjes voor het teeltjaar 2013 uit IJmuiden zijn op 18-7-2012 binnen gekomen. Van deze dieren zijn 2 X 50 dieren individueel gewogen: het gemiddeld gewicht bedroeg bij binnenkomst 10 g. Monitoring van de groei was aanvankelijk niet mogelijk omdat de fuiken die beschikbaar zijn, mazen hebben die als kieuwnet optreden bij de kleine visjes en dus tot sterfte leiden. Figuur 10 laat het gewichtsverloop van deze visjes zien in vergelijking met het gewichtsverloop van visjes in vijver 9.

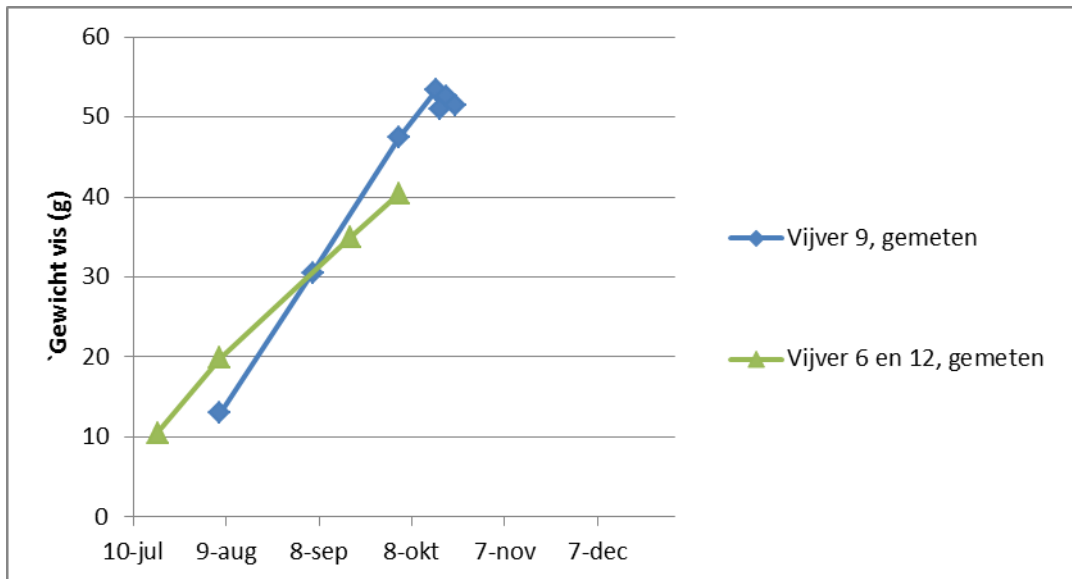


Fig.10. Vergelijking van gemeten groei van visjes in vijver 9 (uit larven) en vijver 6 en 12 (afkomstig van voormalig Solea bv.).

De verschillen in groeisnelheid tussen beide batches in Fig.10 lijken klein, maar zijn in werkelijkheid behoorlijk groot: tussen 7 augustus en 4 oktober namen de vissen in vijver (6 en 12) gemiddeld 20 g in gewicht toe (van 20 naar 40 g), in vijver 9 was dat 34 g (van 13 naar 47 g), d.w.z. 70% meer. Dit verschil kan diverse oorzaken hebben: verschillen in kwaliteit, dichtheid, voedselaanbod e.d. Opmerkelijk was dat er in vijver 6 zelfs bij de laatste weging nog een visje was van slechts 1 g.

Vergelijking gemeten en voorspelde groeisnelheden van tong in zagersvijvers

Vóór de start van het project Zeeuwse Tong is er door Ketelaars een groeimodel ontwikkeld dat de groei van tong simuleert als functie van seizoen (daglengte), watertemperatuur, gewicht van de vis. Hiervoor zijn experimentele gegevens gebruikt van proeven uitgevoerd door onderzoekers van het NIOZ op Texel in de periode 1975 – 1983.

In deze proeven waren de vissen binnen gehuisvest in ondiepe bassins (0.5 m diep) met toetreding van daglicht (m.a.w. onder invloed van de natuurlijke daglengte) en bij temperaturen die gevarieerd werden tussen 10 en 26 °C. De voeding bestond uit droog voer, of uit rauw mossel vlees en levende wormen. Eén van de doelen van dit onderzoek was de ontwikkeling van een specifiek tongvoer (droog voer). Dit is niet goed gelukt. Op het beste geteste droge voeder was de groeisnelheid minder dan de helft van de groei op vers (d.w.z. ongekookt) mossel vlees. Voor de proeven werden vissen uit het wild gebruikt na een adaptatieperiode van meerdere weken. Het merendeel van de vissen in deze experimenten had een gewicht tussen 2 en 250 g.

De uitkomsten van de proeven met vers voer (rauw mossel vlees en wadperen) zijn verwerkt tot wiskundige relaties en deze relaties zijn gecombineerd tot een groeimodel. Het groeimodel voorspelt dus de gewichtstoename voor tong per dag als functie van het lichaamsgewicht, de daglengte, en de watertemperatuur bij voeding met vers voer van hoge kwaliteit zoals levende zagers.

Met dit model is de groei gesimuleerd van de visjes die in 2012 in vijver 9 geboren zijn.

De eerste weging van deze visjes was op 7 augustus 2012. Het gewicht bedroeg toen gemiddeld 13 g per stuk. Vanaf die datum is de groei gesimuleerd m.b.v. de gemeten daggemiddelde temperatuur. Het gesimuleerde gewichtsverloop is vergeleken met wegingen op 6 september, 4, 6, 16, 17, 19 en 22 oktober. Op 17 oktober bedroeg het gemiddelde gewicht van een steekproef van 194 vissen 51 g. Het model voorspelt voor die dag een gewicht van 47 g: een opmerkelijk goede overeenkomst. Ook de voorspelling dat de groei na 17 oktober nog licht toeneemt tot bijna 60 g lijkt goed te kloppen met de waarnemingen in 2011 (zie Fig.11).

Het groeimodel lijkt dus een bruikbaar instrument om de groei te voorspellen onder andere omstandigheden, bijvoorbeeld in warmere of koudere jaren. Ook kunnen we ermee verkennen wat het resultaat is wanneer we visjes van 13 g niet op 7 augustus zouden hebben gehad maar bijvoorbeeld op 7 juli, 7 juni, 7 mei en 7 april. Het resultaat wordt weergegeven in Fig. 12.

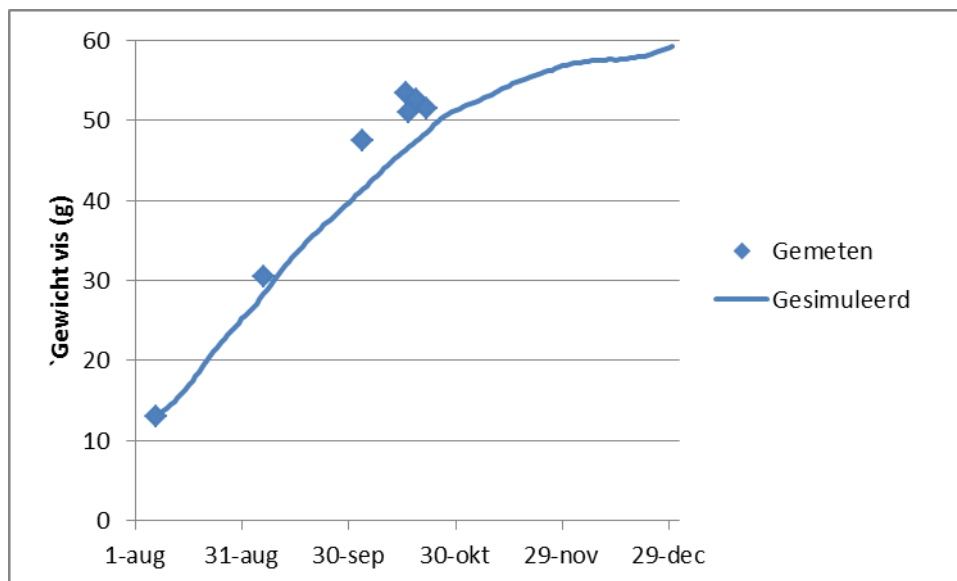


Fig. 11. Gemeten en gesimuleerde gewichtstoename van tong in vijver 9.

Omdat de reeks watertemperaturen door uitval van sensoren niet compleet was, is voor deze simulaties het verloop van de luchttemperatuur gemeten op het weerstation van Wilhelminadorp gebruikt. Verschillen tussen lucht- en watertemperatuur verklaren waarom de simulatie voor begindatum 7 augustus eerder afvlakt.

Vervroeging van het moment waarop vissen 13 g wegen heeft een fors effect op het eindgewicht dat bereikt kan worden, in elk geval tot begin mei. De maand april is vermoedelijk te koud geweest om van extra groei in die maand te kunnen profiteren.

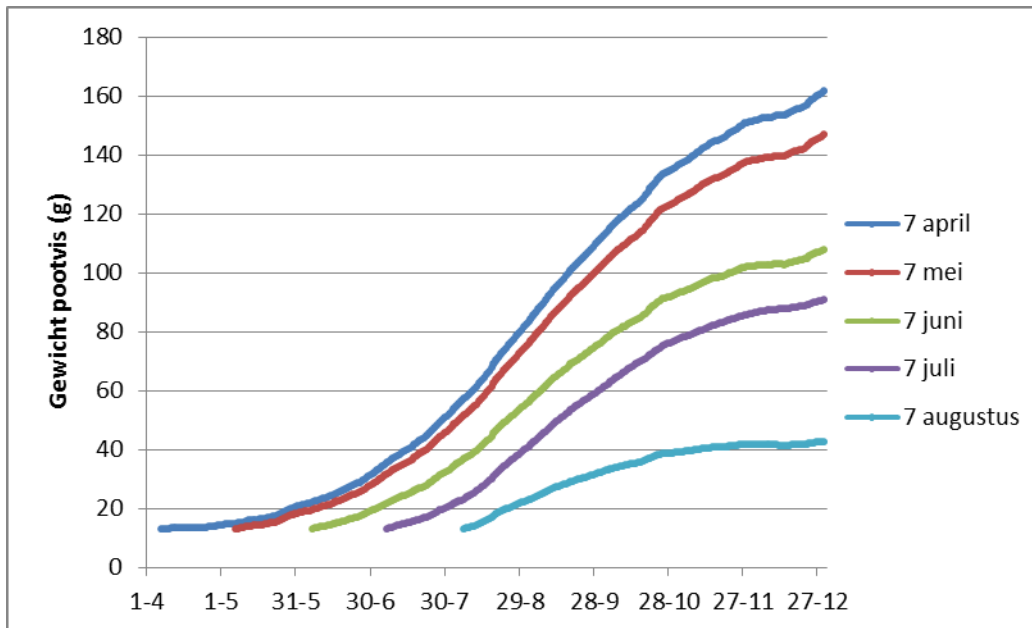


Fig. 12. Gesimuleerde groei van vissen met een begingewicht van 13 g op resp. 7 april, 7 mei, 7 juni, 7 juli, en 7 augustus.

Deze resultaten zijn van belang voor de productie van pootvis in een coöperatief broedhuis. Immers ze geven aan dat het groeiseizoen beter benut kan worden door pootvis van eenzelfde gewicht eerder beschikbaar te maken voor het uitzetten in vijvers. Dat betekent een vervroeging van het moment van voortplanting t.o.v. de natuurlijke paaitijd. Dit is mogelijk door manipulatie van daglengte en temperatuur waarbij ouderdieren gehouden worden. Bij toepassing van levend voer (zagerlarven/copepoden) betekent dat overigens wel dat ook van deze prooi-soorten de voortplantingscyclus vervroegd moet worden.

Ontwikkeling protocol voor overwintering pootvis

Aangezien tong niet in één zomerseizoen tot consumptiemaat groeit, dienen de dieren gedurende de winter in leven gehouden te worden. Dit vergt verwarming van ondiepe vijvers, aangezien tong niet kan overleven wanneer temperaturen langdurig beneden +/- 3 °C zijn. Bij aanvang van het project is dit onderkend, en bij de aanleg van het proefbedrijf zijn er compartimenten in de vijvers gecreëerd waar warmte aan toegevoegd kan worden via een warmte-koude opslag (WKO) systeem. Gedurende de eerste winter dienden de dieren zelf deze verwarmde delen op te zoeken. Hoewel kleinschalige experimenten en waarnemingen uit het buitenwater aangaven dat tong instaat is om temperatuurverschillen waar te nemen, en zich te begeven naar gebieden met een optimale temperatuur, is dit op het proefbedrijf in december 2010 niet gebeurd. De dieren zijn massaal buiten de verwarmde compartimenten gebleven toen de vorst inviel, met als gevolg dat vele dieren zijn gestorven.

Voor de winter 2011-2012 zijn de compartimenten van 2010 verwijderd, en vervangen door compartimenten van betonnen wanden waar de vis niet zelf in of uit kan gaan. Gedurende de winter zijn in deze compartimenten verschillende groepen ouderdieren gehuisvest, en deze dieren hebben de winter overleefd.

In de zomer van 2012 is de pootvisvoorziening in IJmuiden afgebouwd, waardoor 10.000 dieren voor de productie van 2013 al in juli 2012 op het proefbedrijf zijn afgeleverd. Deze dieren zijn gedurende de zomer van 2012 in vijvers gehouden, en verblijven ook gedurende de winter van 2012-2013 op het proefbedrijf.

Voor de overwintering van deze dieren is één van compartimenten beschikbaar waar in 2011-12 ouderdieren waren gehuisvest. Hiernaast is er gekozen om voor de overwintering ook dieren binnen te huisvesten. De reden hiervoor is de storingsgevoeligheid van het warmte-koude opslagsysteem dat de vijvers buiten moet verwarmen. Aangezien dit systeem van warmte gebruik maakt die gedurende de zomer in het grondwater is opgeslagen, is het systeem afhankelijk van het functioneren van de grondwaterpomp in de warme bron. Deze pomp is enkelvoudig uitgevoerd, en kan niet eenvoudig worden vervangen. Mocht er een defect optreden, dan is het warmteverlies in de vijvers gedurende matige vorst met matige wind dusdanig dat de handelingstijd ongeveer 2 uur bedraagt voordat watertemperaturen kritiek worden voor de overleving van tong.

Het overwinteringssysteem dat binnen is gecreëerd betreft een bassin van 40 m² dat continu wordt voorzien van vers water. Voor de verwarming van dit bassin is gekozen voor elektrische verwarmers (zie Fig. 13).

Voor het bassin binnen is gestreefd naar een visbezetting van 100 stuks per m². Dit aantal is niet gehaald, aangezien tijdens het afvissen en uitsorteren alleen grotere dieren zijn geselecteerd. In totaal zijn binnen 3607 stuks pootvisjes gehuisvest (90 st/m²). In het wintercompartiment van vijver 3 zijn 4553 dieren gehuisvest (46 st/m²). Beide groepen dieren worden op onderhoudsniveau gevoerd met zagers.



Fig. 13. Winterbassin in loods.

De pootvis die in 2012 op het proefbedrijf is geproduceerd is in twee groepen verdeeld. Eén groep van 111 dieren zijn gehuisvest in een tank van 9 m² op een temperatuur van 20 °C. Deze dieren ontvangen ab lib zagers. Voor deze behandeling is gekozen om vast te stellen welk groeipotentieel de dieren hebben die op het proefbedrijf zijn geproduceerd hebben, vergeleken met dieren uit eerdere experimenten. Een andere groep van 406 dieren is ook in een tank van 9 m² gehuisvest, echter worden deze dieren op buitentemperatuur gehouden (> 5 °C), en op onderhoudsniveau gevoerd. Resultaten over het succes van de diverse overwinteringsmethoden zullen in het voorjaar van 2013 bekend worden, als de verschillende systemen worden afgevist om de vis weer naar de vijvers te verplaatsen.



Fig. 14. 20 °C tank met verwarmingsbuffer en warmte wisselaar voor verversing.

Ontwikkeling protocol voor overwintering van ouderdieren

Het overwinteren van ouderdieren kan niet los gezien worden van het voortplanten van deze dieren. Zoals eerder aangegeven bij "ontwikkeling protocol voortplanting" zijn er gedurende de winter van 2011-2012 op verschillende manieren ouderdieren gehuisvest geweest. 250 dieren in een buitencompartiment van 100 m², 4 groepen dieren in bassins van 9 m² buiten en 2 groepen dieren in tanks van 9 m² binnen. De systemen buiten zijn op temperatuur gehouden met behulp van het warmte-koude opslag systeem van het proefbedrijf. De bassins binnen zijn met elektrische verwarmingen verwarmd wanneer nodig ($t < 5^{\circ}\text{C}$).

Alle dieren hebben de winter goed overleefd, en hebben zich in het voorjaar van 2012 voortgeplant.

Voor het overwinteren van de ouderdieren dient de temperatuur bewaakt te worden in geval van een doorstroomsysteem, verder vergt het niet veel bijzondere aandacht. De eisen aan het systeem worden anders wanneer ook de mogelijkheid dient te bestaan om geproduceerde eieren af te vangen en onder gecontroleerde omstandigheden verder tot ontwikkeling te laten komen. Dan heeft het de voorkeur de ouderdieren te huisvesten in gefilterd water (50 á 100 μ), om te voorkomen dat organismen en vuil tussen de eieren terecht komen. Ook het huisvesten van dieren binnen heeft dan de voorkeur, aangezien dit de aangroei van wieren/algien vermindert (minder licht) en het uitvoeren van werkzaamheden vereenvoudigt.

Beoordeling bruikbaarheid visvrij zagervoer op basis van reststoffen.

Het gemengd zilt bedrijf is geënt op de volgende kringloop: zagers (wormen uit de familie van de Polychaeten) worden geproduceerd als voedsel voor zeetong, de meststoffen van vis en zagers stimuleren plantaardige productie in de vorm van algen en zilte gewassen, algen vormen het voedsel voor schelpdieren en zagers. Zagers worden bijgevoerd met aangekocht voer. Voor de bijvoeding wordt nu nog een visvoer gebruikt, t.w. Carpco-Excellent, een karpervoer van de firma Coppens. Dit voer bevat een aandeel vismeel en visolie en kost momenteel 1200 Euro per ton excl btw. Een volledig vis-vrij zagervoer is nog niet commercieel verkrijgbaar. Zowel uit duurzaamheids oogpunt (vermijden van het gebruik van schaarse grondstoffen als vismeel en visolie, als uit kostenoverwegingen is het nuttig een alternatief zagervoer te ontwikkelen.

Uit een inventarisatie is gebleken dat in Zeeland geschikte reststromen beschikbaar zijn voor de productie van vis-vrij zagervoer. Dit zijn o.a. reststromen van Zeelandia afkomstig uit de productie van bakkerijgrondstoffen. Deze reststromen bestaan in hoofdzaak uit graanproducten met een hoge energiewaarde maar een betrekkelijk laag eiwitgehalte. Momenteel worden deze reststromen benut voor de productie van biogas. Zeelandia is geïnteresseerd in een hoogwaardiger toepassing. Ook tarwe- en mais-gistconcentraten uit de productie van bio-ethanol komen in aanmerking.

De reststroom van Zeelandia zijn poedervormige materialen. Een batch hiervan is door de firma ComGoed gepelleteerd tot 6 mm pellets. Dit is een standaard maat in veel pelleteerprocessen. Omdat dit voor zagers erg grove voer leek, werd besloten deze 6 mm pellets te malen in een Homogenizer en het product hiervan te splisten in een fractie van 2 mm (vergelijkbaar met het voer van Coppens) en een poeder.

Om de waarde van het restproduct te bepalen is vervolgens in de periode augustus-september 2012 een bakkenproef uitgevoerd waarin de volgende behandelingen vergeleken zijn:

1. Blanco:
2. Carpco Excellent van Coppens: 2mm pellets
3. Zeelandia 2 mm
4. Zeelandia 6 mm
5. Zeelandia poeder

De proef is in duplo uitgevoerd: in totaal 10 bakken van 1 m² elk.

Biomassa zagers bij de start: 1000 g per bak; aantal: 276 per bak; individueel gewicht 3.6 g
Duur van het experiment: 55 dagen, voergift per dag per bak: 10 g; totale voergift 550 g per bak.



Fig. 15. Experimentele voeders en bakkenopstelling. Foto links: li-boven: meel Zeelandia, re-boven Carpco-Excellent, li-onder 2mm Zeelandia, re-onder 6 mm Zeelandia.

Resultaten

Tabel 1.

Samenstelling voeders: gehalten op ds basis					
	N%	Ruw eiwit (%)	Ruw vet (%)	As (%)	P (g/kg)
Coppens	6.4	40	9	7	12.1
Zeelandia 2 mm	3.8	24	10	6	2.6
Zeelandia 6 mm	3.8	24	11	6	2.5
Zeelandia poeder	3.8	24	11	6	2.5

De materialen van Zeelandia hebben dezelfde gehalten aan ruw eiwit, ruw vet, as en fosfor. Er heeft dus geen ontmenging opgetreden als gevolg van het malen en scheiden. Het voer van Coppens heeft een beduidend hoger eiwitgehalte (40 vs 24%) een tien procent lager ruw-vetgehalte, en een bijna vijf keer hoger fosforgehalte. Dit laatste is mogelijk het gevolg van de toepassing van vismeel of van toevoeging van fosfaat.

Tabel 2.

Verandering in biomassa zagers				
	gewicht start	gewicht einde	groei	rel. groei
	(gram per bak)	(gram per bak)	(gram per bak)	(%)
Coppens	1000	1411	411	100
Zeelandia 2 mm	1000	1278	278	68
Zeelandia 6 mm	1000	1062	62	15
Zeelandia poeder	1000	1056	56	14
Blanco	1000	772	-229	-56

Zonder voeding nam de zagerbiomassa met 23 % af. Met het voer van Coppens voer was er een toename van 41%. Met het restproduct van Zeelandia varieerde de toename van slechts 6% bij verstrekking van het poeder en de 6 mm pellets; met de 2 mm fractie was de toename 28%. Stellen we de groei op Coppens voer op 100% dan was het beste resultaat met het Zeelandia product 68% van de groei op Coppens voer.

Tabel 3.

Samenstelling zagers: gehalten in os			
	Ruw eiwit (%)	Ruw vet (%)	Overige os (%)
Start proef	73	15	12
Coppens	64	21	15
Zeelandia 2 mm	60	21	18
Zeelandia 6 mm	60	22	18
Zeelandia poeder	65	18	17
Blanco	77	15	8

Aan de start van de proef hadden de zagers een ruw-eiwitgehalte van 73% en een ruw-vetgehalte van 15%, beide uitgedrukt op basis van de organische stof.

Aan het einde van de proef was het ruw-eiwitgehalte bij verstrekking van voer gedaald tot 64% op het voer van Coppens en 60-65 % op het voer van Zeelandia. Gehaltes aan ruw-vet en overige organische stof waren gestegen.

De zagers die geen voer hadden gekregen namen toe in ruw-eiwit ten koste van de fractie ruw-vet en overige organische stof.

Vergelijken we de gehaltenes voor het beste product van Zeelandia en he Coppens voer dan zien we een lager ruw-eiwitgehalte (van 60 vs. 64%) en een hoger gehalte overige organische stof (18 vs. 15%).

Een uitgebreider verslag met informatie over het gedrag van zagers, de uitval van zagers en voederconversies, is als studentenverslag in voorbereiding.

Conclusies

Het restproduct zoals geleverd van Zeelandia is bruikbaar als zagervoer mits aangeboden in de vorm van fijne korrels van 2 mm.

De groei gemeten op het fijnkorrelige product was 68% van de groei op het karpervoer van Coppens. Deze geringere groei is waarschijnlijk het gevolg van een veel lager eiwitgehalte. Voeding van het fijnkorrelige product leidde tot een wat lager eiwitgehalte van de zagers en een hoger gehalte aan overige organische stof vergeleken met de gehaltenes op Coppens voer.

Bepaling groei, overleving en opbrengst van zagers, tapijtschelpen en tong in mengteelt.

Het gebruik van de vijvers op het proefbedrijf gedurende 2012 is weergegeven in Fig. 16.

Vijvers 1, 7, 4 en 10 zijn in het voorjaar van 2011 ingezaaid met zagers en schelpdieren, en in deze vijvers is de productievijvis van 2012 uitgezet.

Vijvers 3, 6, 9 en 12 zijn in het najaar van 2011 afge oogst, en vijvers 6, 9 en 12 hebben gedurende de winter drooggestaan. Bij vijver 3 was droogzetten niet mogelijk, aangezien er in het wintercompartiment ouderdieren waren gehuisvest. Alle vier de vijvers zijn in het voorjaar van 2012 ingezaaid met zagerlarven en tapijtschelpbroed. In vijvers 3 en 9 zijn juveniele tongen uit eigen kweek tot ontwikkeling gekomen, en in vijvers 6 en 12 zijn gedurende de zomer in elke vijver 5000 pootvisjes uit IJmuiden uitgezet.

Hiernaast zijn er experimenten gedaan om groei en overleving van oesters vast te stellen. Deze zijn gehuisvest geweest in vijvers 7, 8 en 9 en in de ringsloot om het bedrijf.

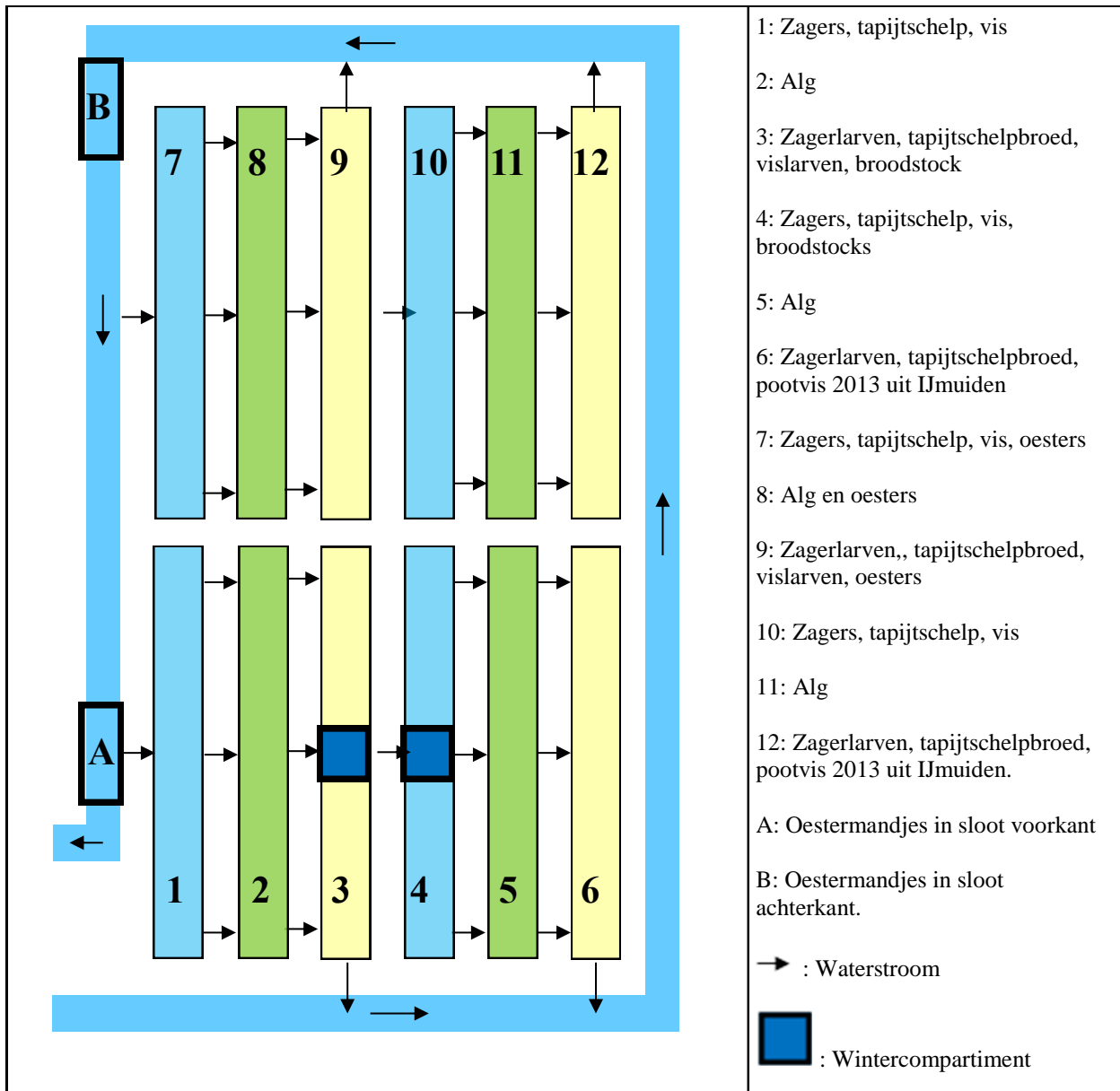


Fig.16. Gebruik van vijvers en ringsloot in 2012.

Vijver 1 & 7

In april 2011 zijn vijvers 1 en 7 ingezaaid met 3 miljoen zagerlarven en 1 miljoen tapijtschelpen. Bij de tapijtschelpen is gekozen om 2 soorten in te zaaien. De helft van elke vijver is ingezaaid met een half miljoen *Ruditapes decussatus* en de andere helft is ingezaaid met een half miljoen *Ruditapes philippinarum*. In mei en juni 2012 zijn aan deze vijvers 2750 stuks tong per vijver toegevoegd.

Ontwikkeling zagerpopulatie

De zagerpopulatie is op twaalf momenten bemonsterd. Bemonstering heeft plaatsgevonden door een steekbuis in het sediment te plaatsen en uit deze buis alle sediment te verzamelen en uit te zeven. Vervolgens zijn de zagers en schelpdieren uit deze monsters verzameld, geteld en gewogen. Voor de zagers zijn er per monsternamemoment 6 monsters per vijver verzameld. De gemiddelden van deze monsters staan in de grafiek weergegeven.

Van de 3 miljoen zagerlarven die zijn ingezaaid zijn er bij de eerste bemonstering in 2012 ongeveer 1500-1700 stuks/m² aangetroffen. Het succes van het ingezaaide broed ligt daarmee rond de vijftig procent.

Gedurende 2011 is er aan beide vijvers 505 kg voer toegediend. Aan het einde van 2011 was de biomassa zagers in de vijvers toegenomen tot ongeveer 1000 kg. Gedurende het eerste jaar was de voederconversie in beide vijvers ongeveer 0.5.

Gedurende het tweede teeltjaar is de populatie zagers toegenomen tot gemiddeld 2200 kg per vijver. Hiervoor is gedurende 2012 per vijver 1907 kg zagervoer toegediend. In 2012 is in beide vijvers vis uitgezet. Deze dieren zullen wormen hebben geconsumeerd. Hiervoor kan worden gecorrigeerd bij het berekenen van de voederconversie.

Per periode tussen de bemonsteringen is te bepalen welk aantal zagers is verdwenen, en met behulp van het bijbehorende individuele gewicht kan de verdwenen biomassa uit gerekend worden. Hieruit volgt dat 1006 kg wormen is verdwenen.

In totaal zijn er in 2012 per vijver dan +/- 2200 kg wormen geproduceerd met 1907 kg voer. Hierbij hoort een voederconversie van 0.9.

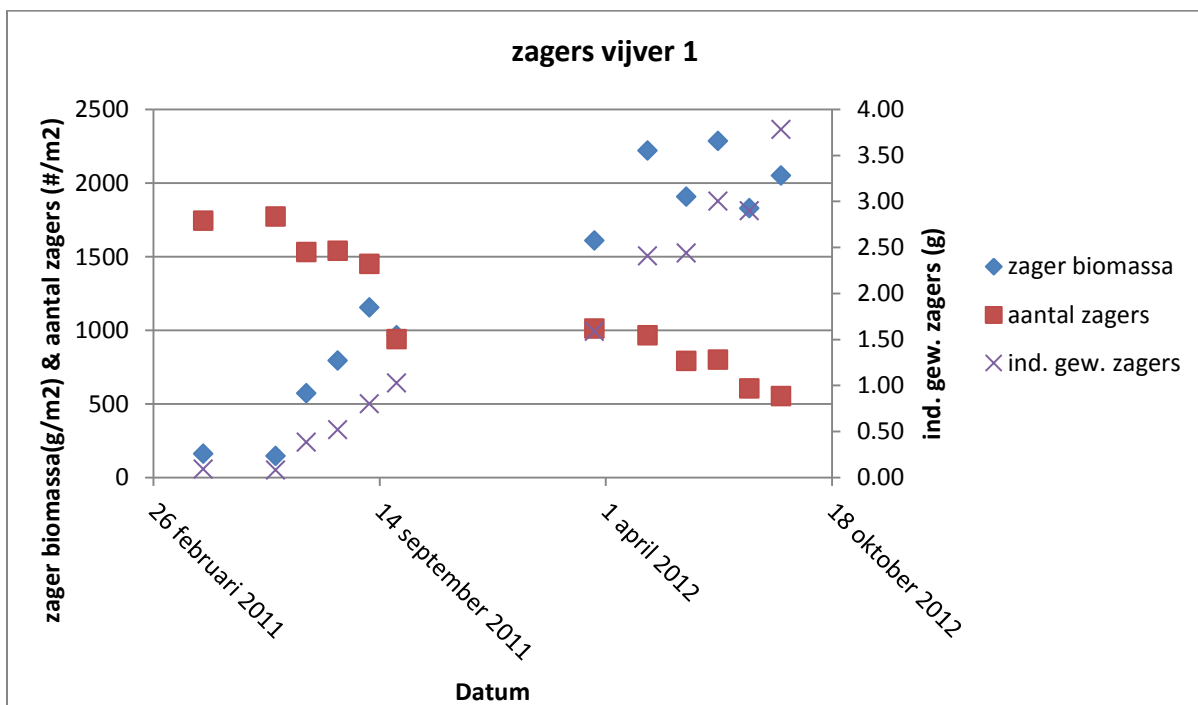


Fig. 17. Ontwikkeling zagerpopulatie vijver 1 gedurende 2011-12.

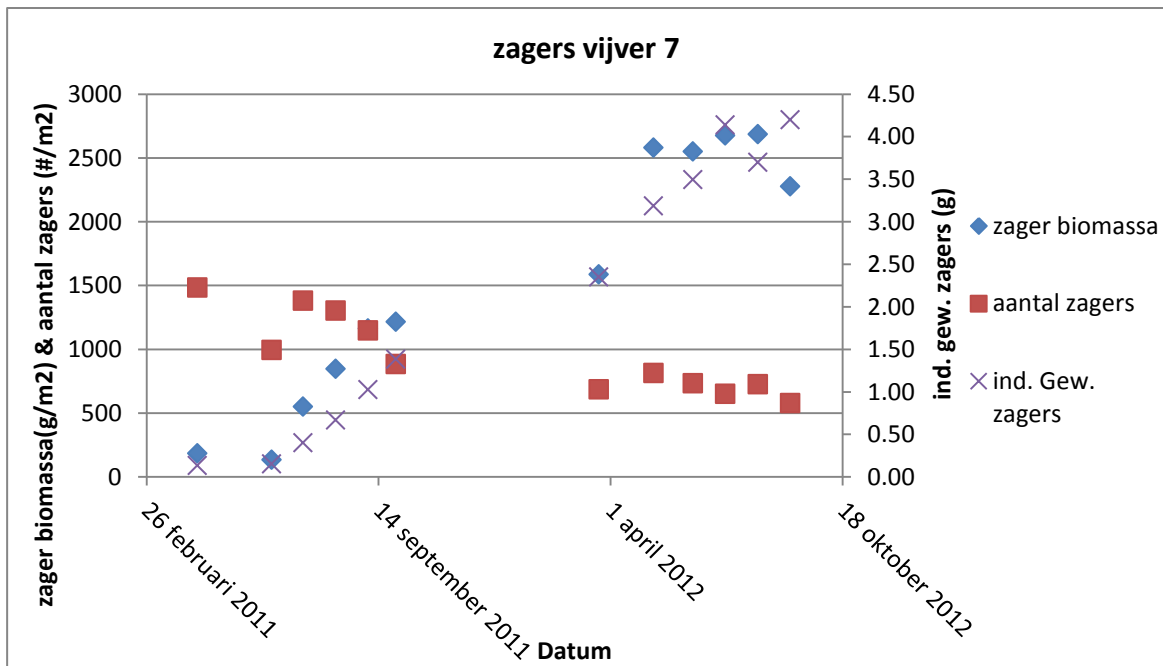


Fig. 18. Ontwikkeling zagerpopulatie vijver 7 gedurende 2011-12.

Ontwikkeling schelpdierpopulatie

Gedurende 18 maanden zijn de schelpdierpopulaties in vijvers 1 en 7 twaalf maal bemonsterd. Gegevens van de individuele schelpgewichten en biomassa's tijdens deze bemonsteringen staan weergegeven in onderstaande grafieken. De verdeling van schelpdieren in de vijvers was niet homogeen. Hierdoor was het aantal schelpdieren per monster wisselend wat de grote schommelingen in waargenomen biomassa van schelpdieren kan verklaren. Dat de biomassa daadwerkelijk sterk afnam gedurende bepaalde perioden is niet aannemelijk aangezien er geen sterfte is waargenomen en predatoren afwezig waren.

Gedurende de 18 maanden dat de dieren zijn gevolgd is er verschil in groei van de twee verschillende soorten waar te nemen. *R. philippinarum* groeide aanmerkelijk harder dan *decussatus*. Het individuele schelpgewicht aan het einde van de periode lag voor *R. philippinarum* tussen 3 en 4 gram (vijver 1 en 7) en voor *R. decussatus* tussen 2 en 3 gram. Deze verschillen zijn terug te zien in de geproduceerde biomassa. Voor *R. philippinarum* ligt de biomassa na 18 maanden tussen 3 tot 3,5 kg/m², terwijl voor *R. decussatus* de biomassa tussen 1 en 2,2 kg ligt (vijvers 1 en 7 bij elkaar).

De totale schelpdierproductie per vijver ligt tussen 2 en 3 kg per m² per 18 maanden.



Fig. 19. *Ruditapes decussatus*

Ruditapes philippinarum

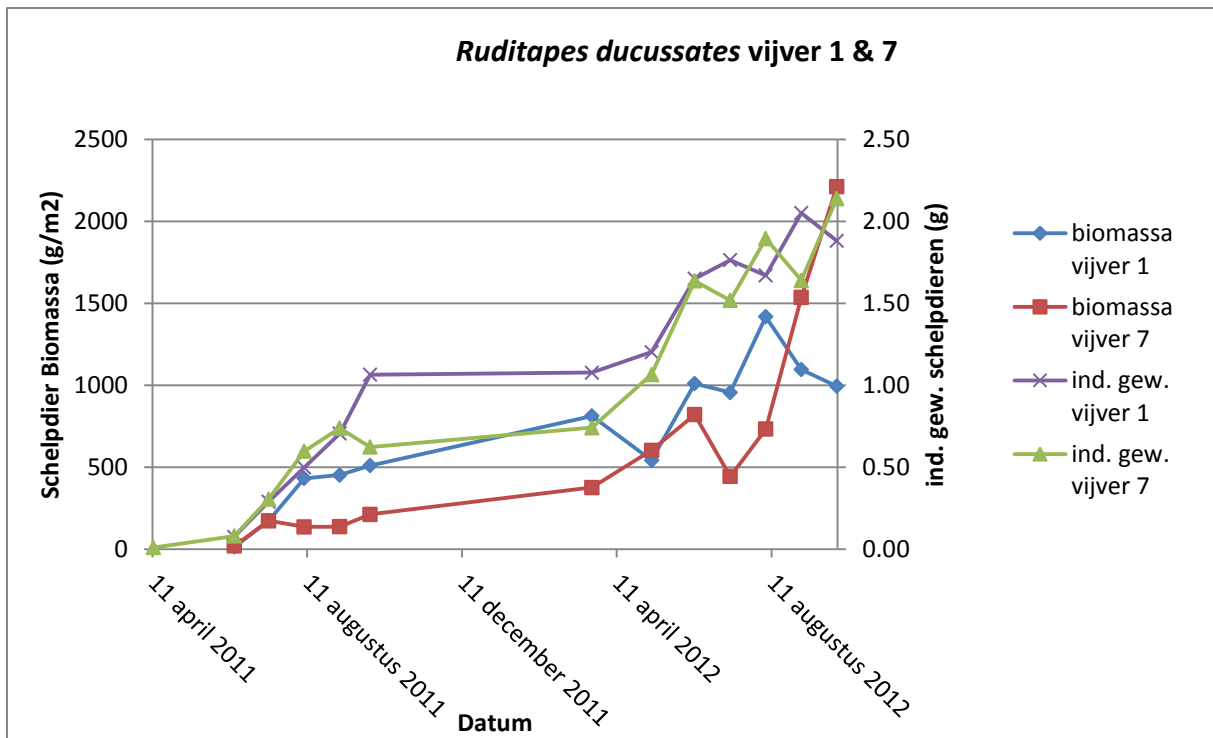


Fig. 20. Ontwikkeling *Ruditapes decussatus* vijvers 1 en 7 gedurende 2011-12.

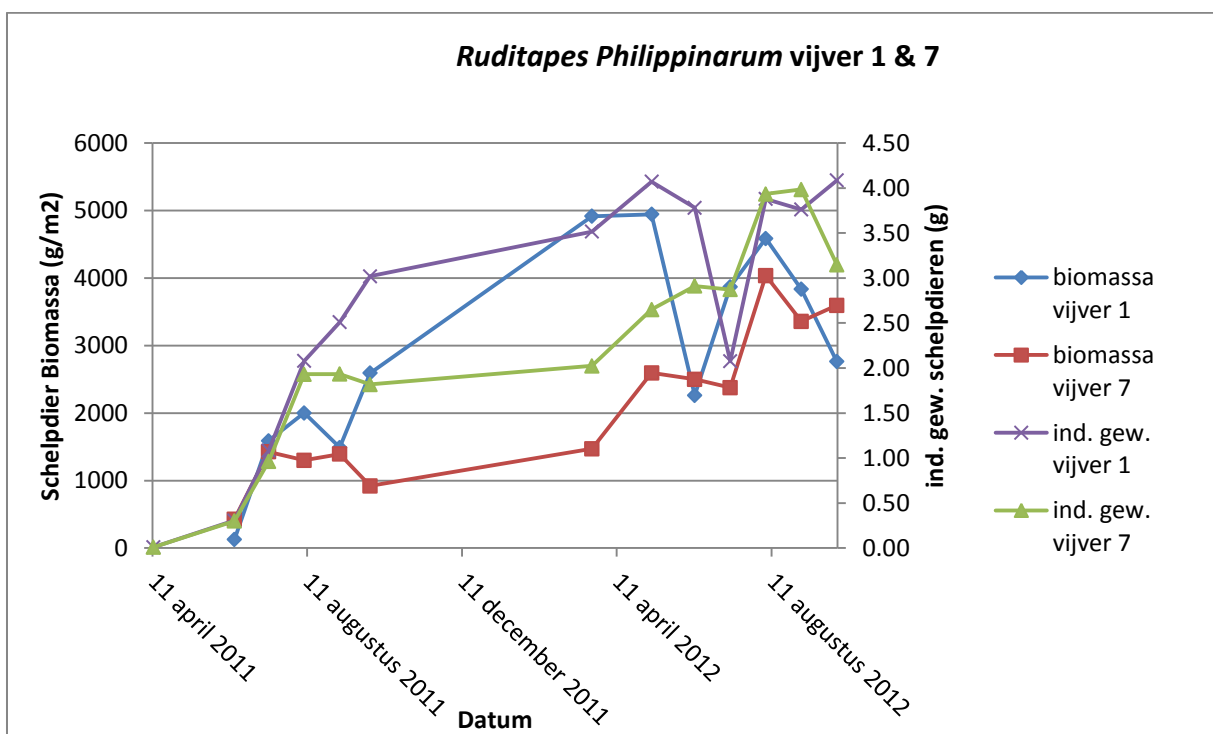


Fig. 21. Ontwikkeling *Ruditapes philippinarum* in vijvers 1 en 7 gedurende 2011-12.

Ontwikkeling tong

In mei en juni 2012 zijn 5500 vissen aangekomen die zijn uitgezet in de vijvers 1 en 7. Gedurende de eerste transporten in mei was de ontgassing van de vistanks niet goed geregeld, waardoor dieren om het leven zijn gekomen. In deze transporten waren de grootste dieren uit het broedhuis aanwezig, met als gevolg dat het inzetten van vis in de vijvers uiteindelijk alleen nog mogelijk was met kleinere dieren. Dit verklaart de verschillen in

aanvangsgewicht tussen vijvers 1 en 7. Aangezien de dieren in zeer verzwakte toestand op het bedrijf aankwamen, is gekozen geen aanvangsgewicht te bepalen, maar de dieren direct in de vijvers vrij te laten. De eerste bemonstering heeft in juli plaatsgevonden, en dit is nog 3 maal herhaald. De dieren zijn in deze drie maanden gemiddeld 36 en 42 gram gegroeid (vijvers 1 en 7 respectievelijk). Deze groei is aanmerkelijk lager dan de groei in eerdere jaren en experimenten.

Begin november zijn de vijvers afgevist, en is de bovenmaat (>125 gram) voor consumenten beschikbaar gekomen. Een deel van de kleinere dieren wordt gedurende de winter aangehouden voor uitzet in 2013.

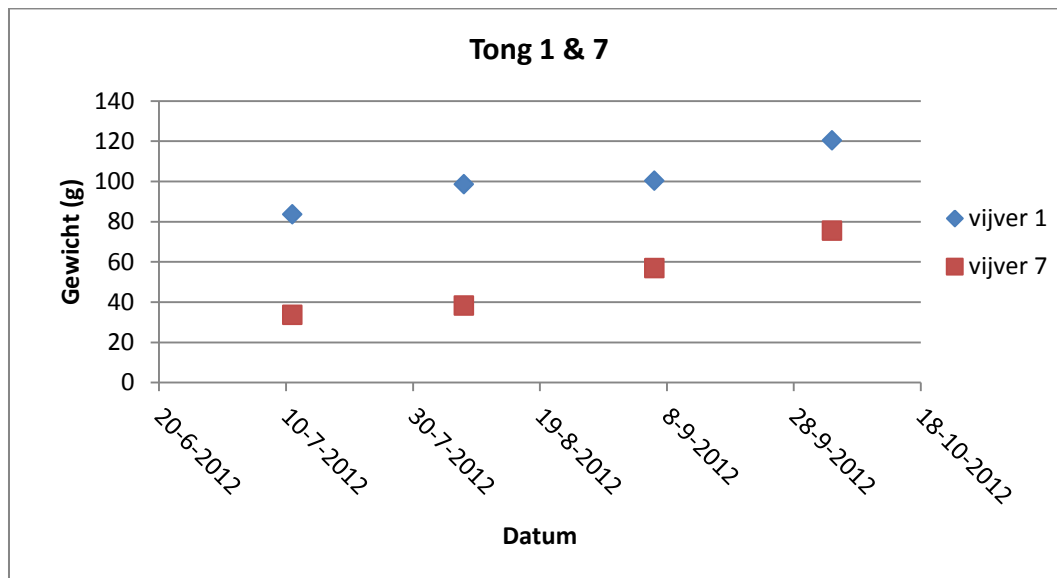


Fig. 22. Ontwikkeling tong vijvers 1 en 7.

Vijvers 3 & 9

In het najaar van 2011 zijn vijvers 3 en 9 afgeogst. Aangezien in het wintercompartiment van vijver 3 gedurende de winter van 2011-12 250 ouderdieren waren gehuisvest, is deze vijver niet drooggezet. Vijver 9 heeft gedurende deze winter wel drooggestaan.

Op 24 april 2012 zijn in beide vijvers zagerlarven ingezaaid. In vijver 3 zijn er 3 miljoen en in vijver 9 zijn er 10 miljoen zagerlarven gezaaid. Eind mei zijn er in beide vijvers 0,5 miljoen tapijtschelpen (*R. philipinarum*) ingezaaid.

In het wintercompartiment van vijver 3 waren 250 ouderdieren gehuisvest, waarvan de eieren zich vrijelijk in de vijver konden ontwikkelen. In vijver 9 zijn vanaf 15 mei 34.000 tonglarven uitgezet.

Ontwikkeling zagerpopulatie

Van de zagerlarven die in vijver 3 zijn uitgezet zijn weinig dieren tot ontwikkeling gekomen. Voor het eerste moment van officiële bemonstering zijn de vijvers geïnspecteerd om vast te stellen of de zagerlarven tot ontwikkeling kwamen. In vijver 3 bleek dit eind mei niet het geval te zijn. Waarschijnlijk waren er te veel predatoren in de vijver aanwezig, waardoor de larven zijn verdwenen. Gedurende de maand juni zijn in de andere vijvers veel jonge zagere gaan zwermen. Op de uitstroom van deze vijvers was een planktonnet bevestigd, waardoor de dieren die uit de vijver spoelden konden worden opgevangen. Deze dieren zijn vervolgens gebruikt om vijver 3 in te zaaien. Bij de eerste bemonstering in juli van vijver 3 waren er vervolgens 800 zagertjes per m² aanwezig.

Deze populatie is gedurende de hele zomer behouden, en in oktober was er bijna 1.8 kg/m² zagers in de vijver aanwezig. In totaal is er 980 kg voer aan deze vijver verstrekt wat een voederconversie van 0,5 – 0,6 geeft.

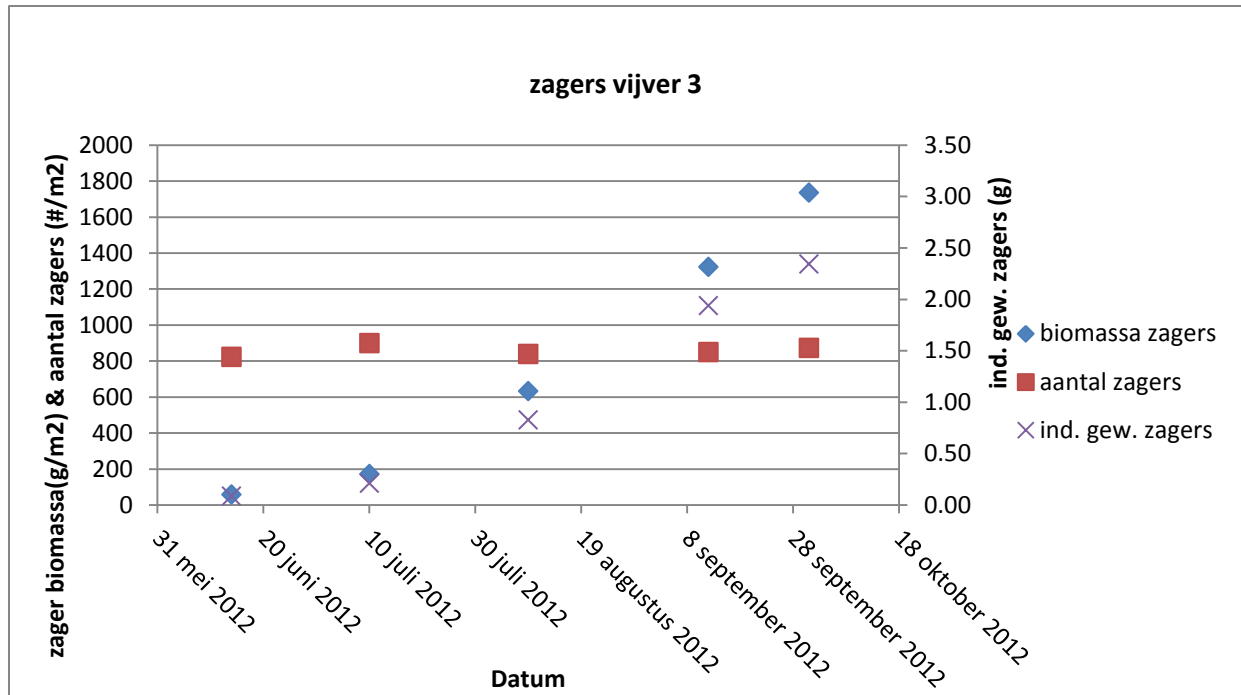


Fig. 23. Zagerpopulatie van vijver 3

In vijver 9 zijn 10 miljoen zagerlarven ingezaaid om voldoende voedselaanbod te creëren voor de tonglarven die later in de vijver zijn uitgezet. Bij de eerste bemonstering van de vijver begin juni 2012 waren er 5600 larven per m² aanwezig. Een succespercentage rond 50 % bij het inzaaien van zagerlarven is vergelijkbaar met het succes van inzaaien in vijvers zonder tonglarven, dus is niet vast te stellen of de zagerlarven in dit stadium door de jonge tong zijn geconsumeerd. Het uitzaaien van de zagerlarven gebeurde op 24 april, terwijl de eerste tonglarven pas op 10 mei uitgezet zijn.

Aan de vijver is gedurende de zomer 955 kg voer verstrekt, en dit heeft tot een zagerbiomassa van bijna 2000 gram/m² geleid. Bijbehorende FCR ligt rond 0,5 en is vergelijkbaar met andere vijvers.

De afname in het aantal zagers in de vijver is gedurende het seizoen groot geweest. Aan het einde van het seizoen waren er nog 2000 zagers per m² over. Vergelijkbare afnames in zagerdichtheid worden in andere vijvers ook waargenomen.

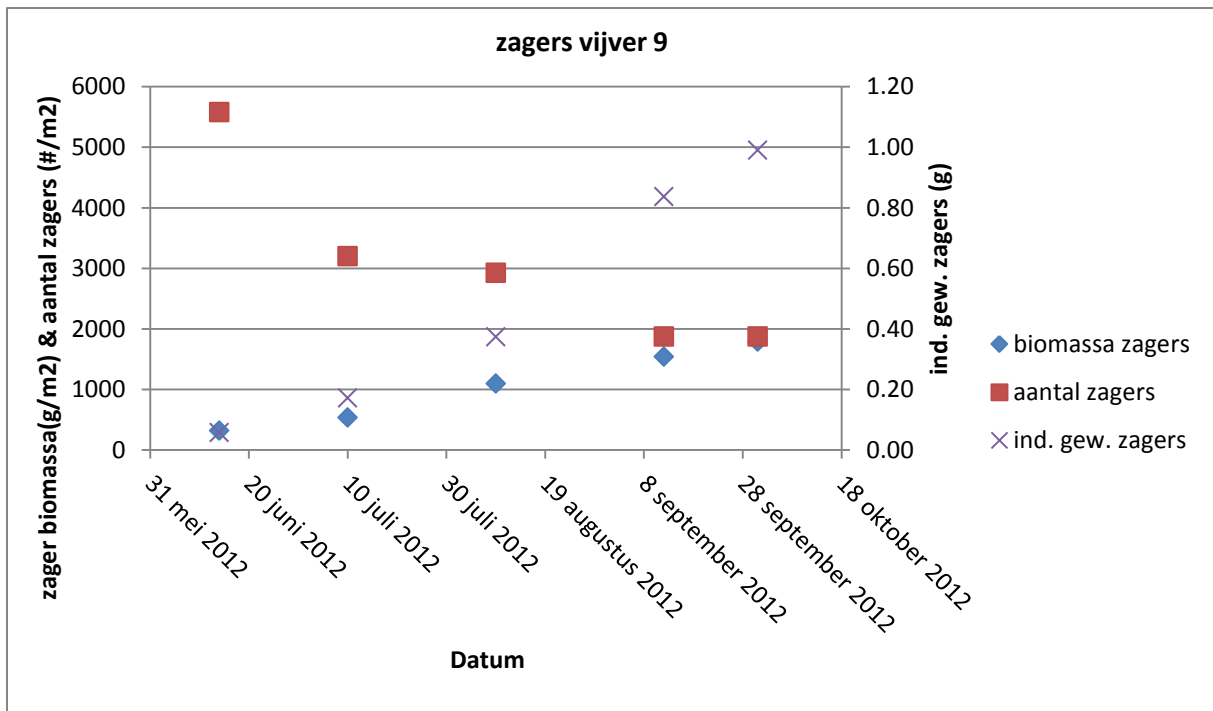


Fig. 24. Ontwikkeling zagerpopulatie vijver 9.

Ontwikkeling schelpdierpopulatie

De tapijtschelpen die zijn ingezaaid zijn in beide vijvers goed aangeslagen. De groei in vijver 9 was aanmerkelijk beter vergeleken met vijver 3 (zie Fig. 25). Gedurende het voorjaar en begin van de zomer is vijver 9 continu troebel geweest, het water was groen/bruin. In vijver 3 was dit niet het geval. Meest waarschijnlijke reden voor dit verschil is het droogzetten van vijver 9 gedurende de winter. Direct na opvullen van de vijver is er een algenbloei ontstaan, die tot in de zomer is gebleven. Pas in augustus is de vijver helder geworden, wat een verklaring kan zijn voor de afname in groei in augustus.

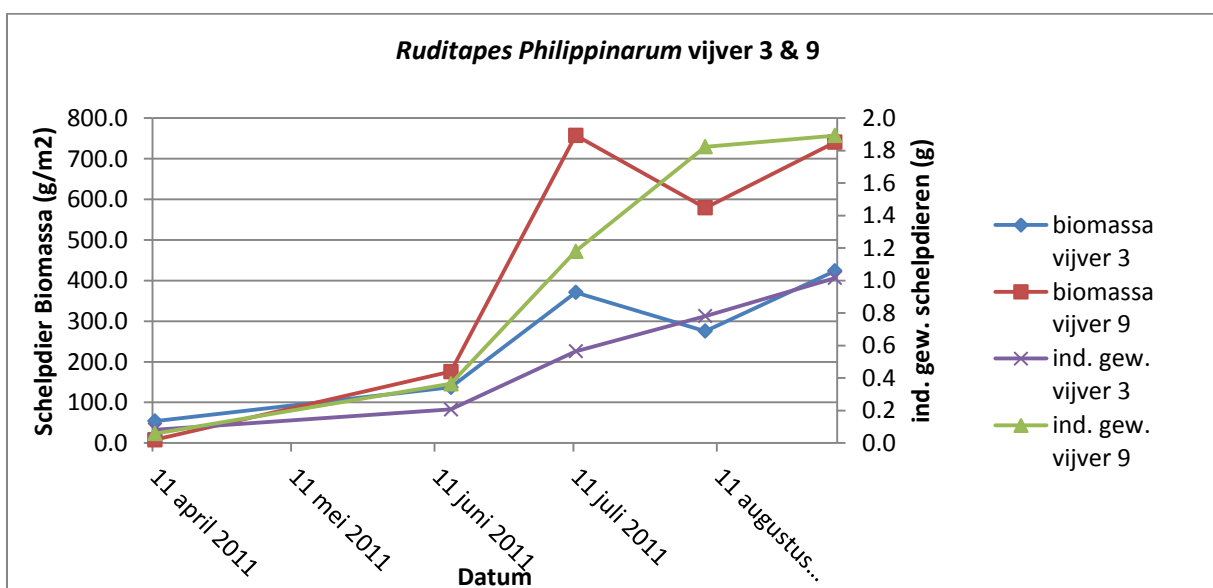


Fig. 25. Ontwikkeling tapijtschelpen vijver 3 en 9.

Ontwikkeling tong

De juveniele tong in beide vijvers heeft een snelle groei vertoond. De eerste kleine dieren zijn in augustus 2012 gevangen tijdens de bemonstering. Eind oktober zijn 512 dieren uit de vijvers afgevangen en naar binnen verplaatst.

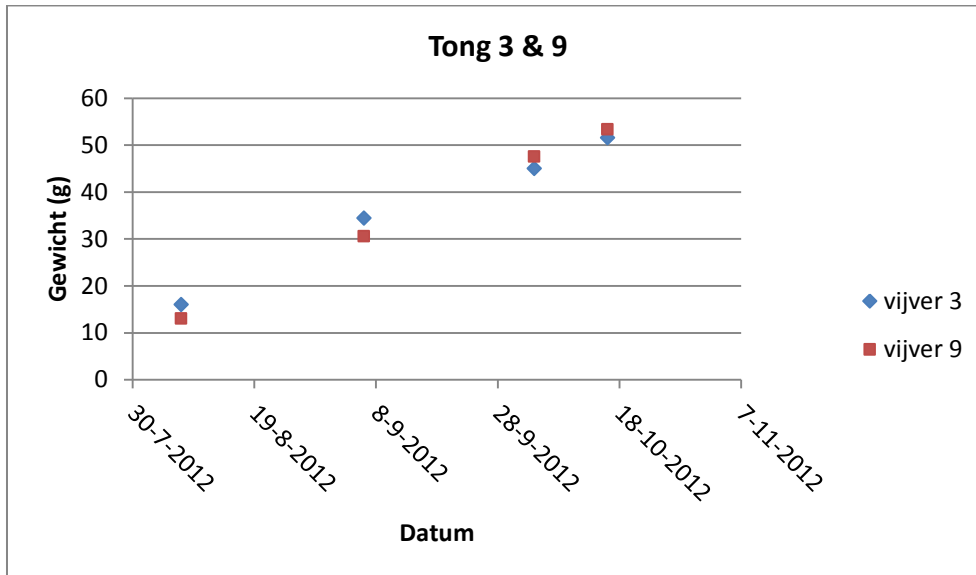


Fig. 26. Ontwikkeling jonge tong vijvers 3 en 9.

Vijvers 4 & 10

In het voorjaar van 2011 zijn vijvers 4 en 10 ingezaaid met 3 miljoen zagerlarven, nadat beide vijvers gedurende de winter hadden drooggestaan. Vervolgens zijn beide vijvers in 4 gelijke delen verdeeld, en is gekozen de vijvers in te zaaien met 4 verschillende soorten schelpdieren. De soorten zijn; *Ruditapes philippinarum*, *Ruditapes decussatus*, *Venerupis* en *Mercenaria*. Van *Mercenaria* was maar beperkt broed beschikbaar, waardoor alleen in vijver 10 deze soort is ingezaaid.

In vijver 4 zijn in juni 2012 2333 vissen uitgezet, en in vijver 10 zijn 2400 dieren uitgezet.

Ontwikkeling zagerpopulatie

Van de 3 miljoen zagerlarven die in mei 2011 zijn ingezaaid zijn er in vijver 4 ongeveer 1,25 miljoen aangeslagen en in vijver 10 1,7 miljoen. De individuele groei in vijver 4 heeft iets hoger gelegen dan in vijver 10, wat verklaard kan worden door het verschil in voedselbeschikbaarheid per individu. Gedurende 2011 is in beide vijvers 395 kg voer verstrekt. Eind september 2011 had dit geresulteerd in een biomassa van ongeveer 1100 kg wormen per vijver. De voederconversie die hierbij hoort is 0,36. Eind 2012 lag de zagerbiomassa in beide vijvers rond 3000 kg. Gedurende 2012 is in beide vijvers 1907 kg voer verstrekt. In totaal hebben beide vijvers in 2011-12 2302 kg voer ontvangen. Uitgaande van een biomassa wormen van 3000 kg per vijver komt dit neer op een voederconversie van 0,77. Hierbij wordt de consumptie van zagers door tong verwaarloosd.

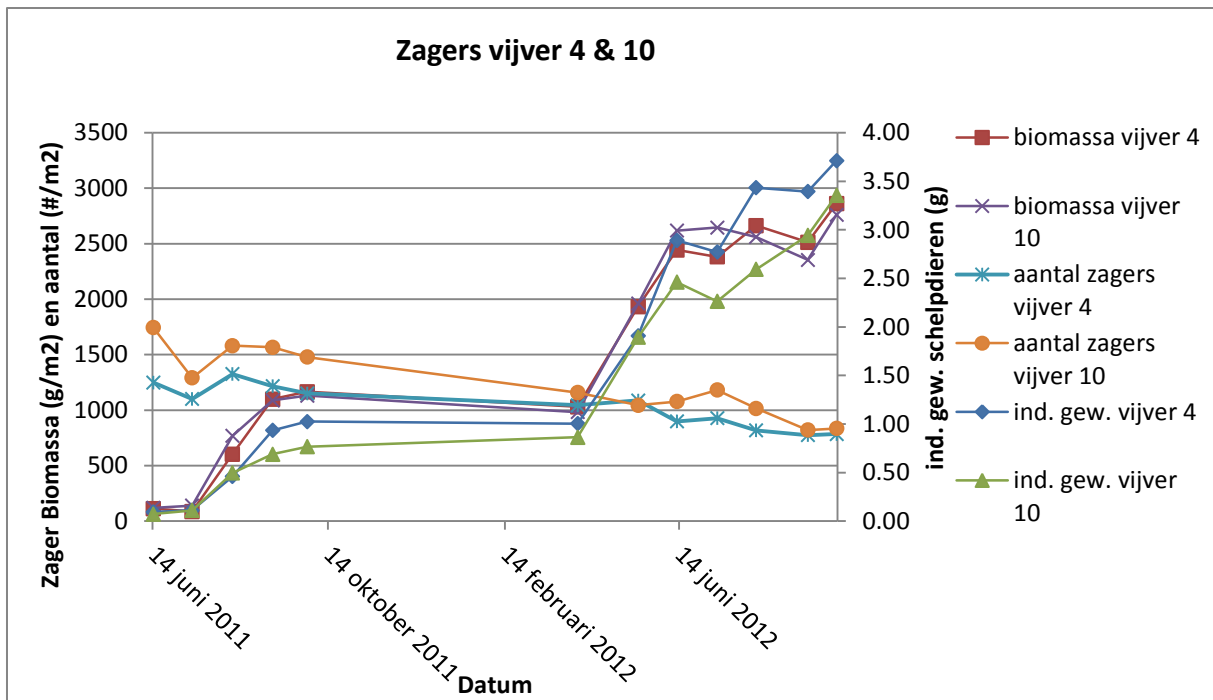


Fig. 27. Ontwikkeling zagerpopulatie vijvers 4 en 10.

Ontwikkeling schelpdierpopulatie

In onderstaande grafieken is de ontwikkeling van de schelpdieren per soort weergegeven. Opvallend is dat de ontwikkeling van *Ruditapes philippinarum* in vijver 4 beter is geweest dan in vijver 10. Dit terwijl de groei van *Venerupis* in vijver 10 beter was dan in 4. Voor *R. decussatus* is de groei in beide vijvers meer vergelijkbaar.

Dit lijkt een aanwijzing te zijn dat er voor *R. decussatus* in beide vijvers een vergelijkbaar voedselaanbod is geweest, terwijl dit voor *R. philippinarum* en *Venerupis* niet het geval was. De schommelingen in biomassa kunnen verklaard worden door verschillen in dichtheid van de schelpdieren. De schelpdieren liggen niet homogeen verspreid in de vijvers, waardoor soms monsters worden genomen met een erg hoge of lage dichtheid.

De kleine afname van individueel gewicht van *R. philippinarum* en *Venerupis* aan het einde van 2012 zou verklaard kunnen worden door voortplanting.

In Fig. 31 is de groei van *Mercenaria* in vijver 10 weergegeven. Opvallend is dat dit schelpdier zeer langzaam groeit vergeleken met andere soorten.

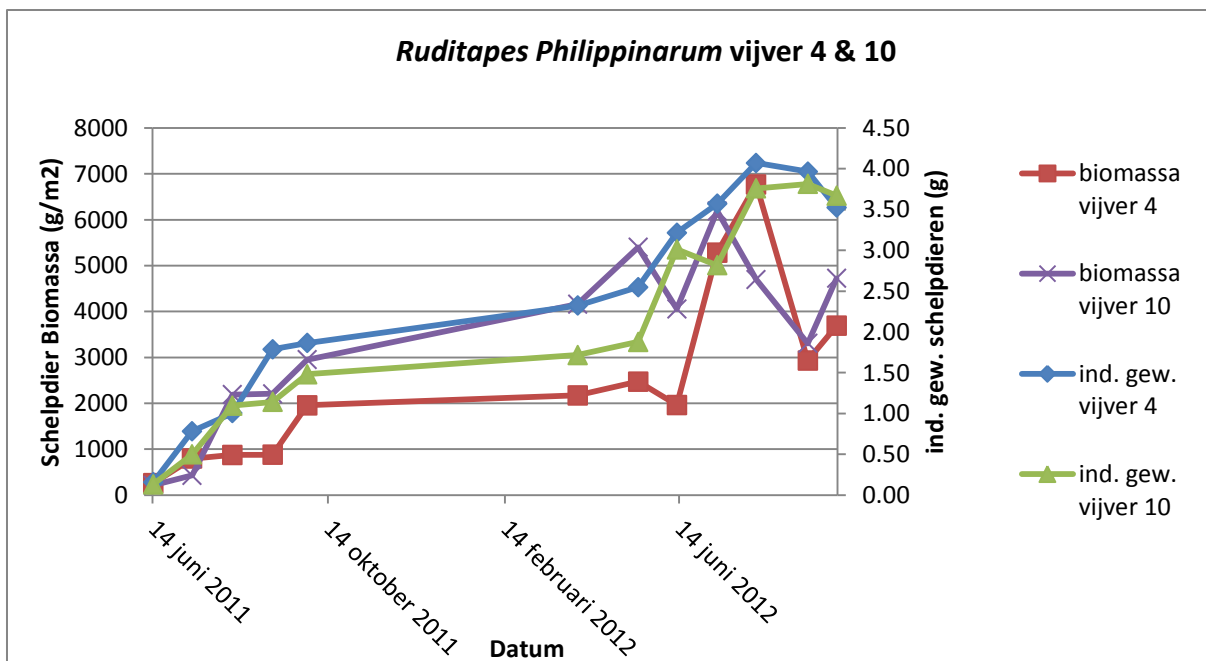


Fig. 28. Ontwikkeling *Ruditapes philippinarum* vijver 4 en 10.

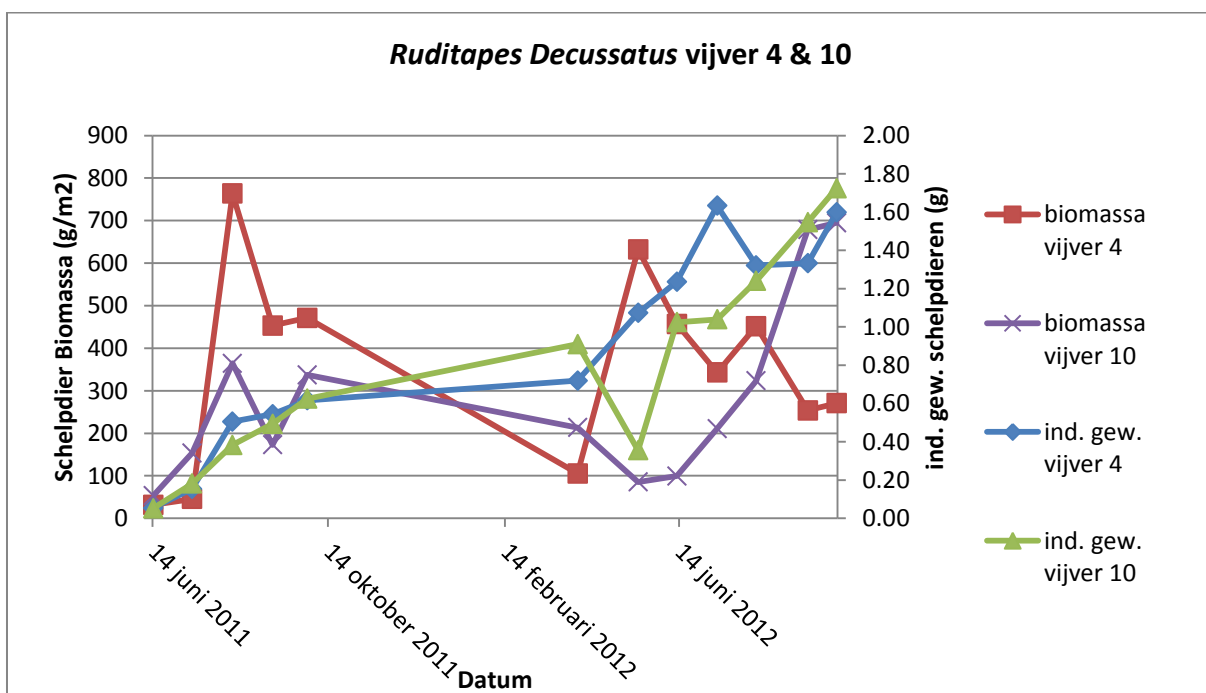


Fig. 29. Ontwikkeling *Ruditapes decussatus* vijver 4 en 10.

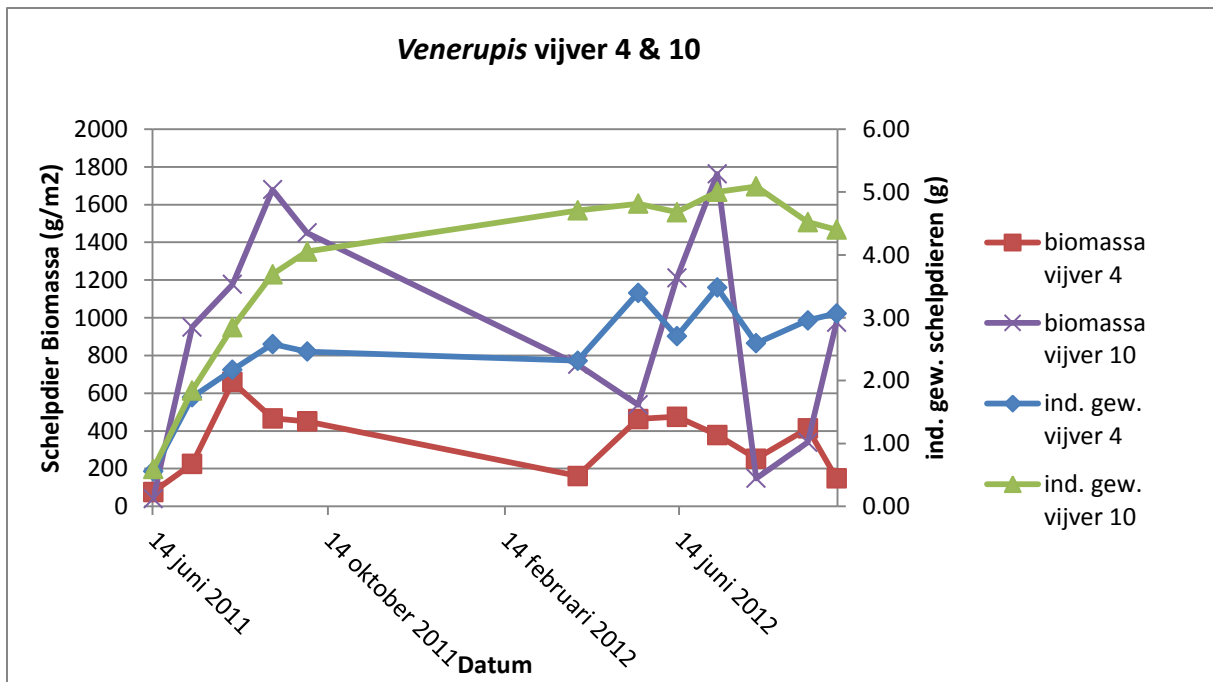


Fig. 30. Ontwikkeling *Venerupis* vijver 4 en 10.

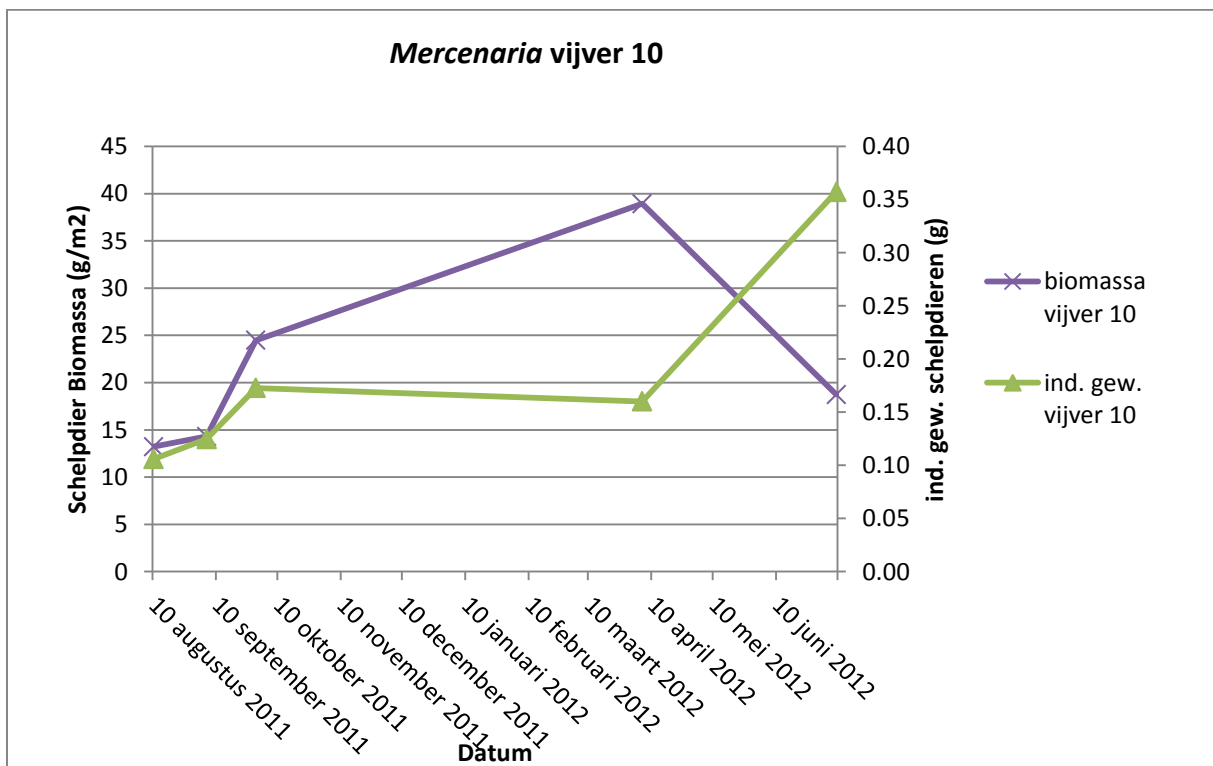


Fig. 31. Ontwikkeling *Mercenaria* vijver 10.

Ontwikkeling tong

De groei van tong in vijvers 4 en 10 is niet veel geweest. De dieren zijn in juni op het bedrijf aangekomen, en hebben tot en met augustus weinig tot geen groei vertoond. Pas in september hebben de dieren een kleine toename in gewicht laten zien.

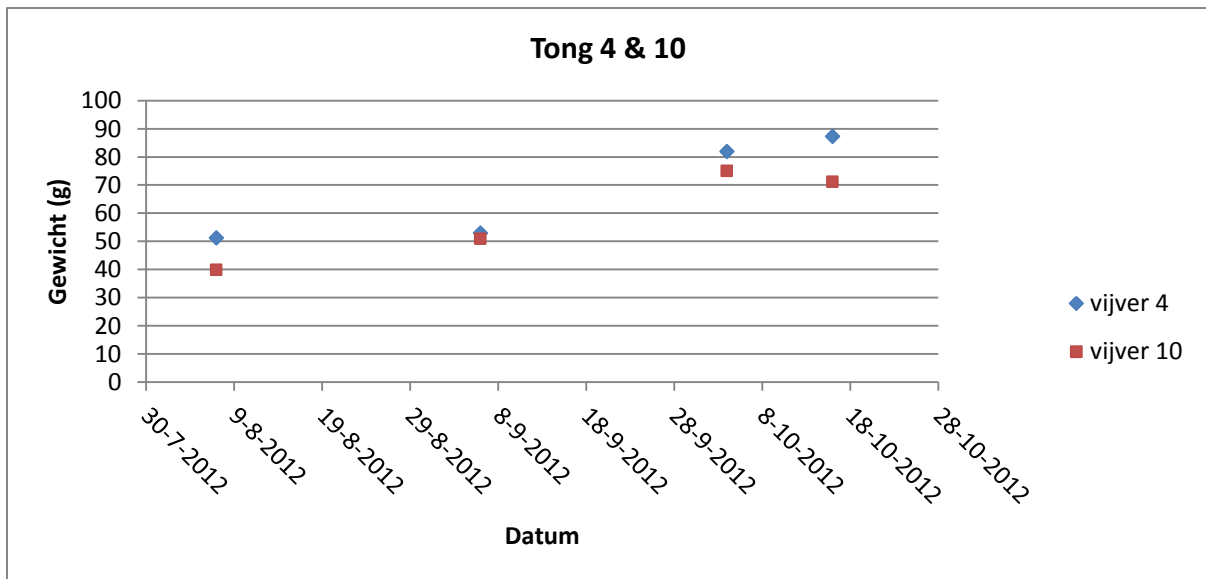


Fig. 32. Groei tong vijver 4 en 10.

Vijvers 6 & 12

Gedurende de winter van 2011-12 hebben beide vijvers drooggestaan. Eind april 2012 zijn de vijvers gevuld met water, en op 2 mei zijn in beide vijvers 10 miljoen zagerlarven uitgezaaid. Op 24 mei zijn aan beide vijvers 250.000 tapijtschelpjes toegevoegd. Op 18 en 19 juli zijn in beide vijvers 5000 stuks tong uitgezet.

Ontwikkeling zagerpopulatie

Van de 10 miljoen zagerlarven die in de vijvers zijn ingezaaid, zijn er bij de eerste bemonstering van de vijvers nog maar 2-2.5 miljoen aangetroffen. Dit aantal is laag vergeleken met het aantal zagers dat in vijver 9 tot ontwikkeling is gekomen uit een vergelijkbaar aantal zagerlarven. Een aanwijsbare reden is hiervoor niet.

Aan vijver 6 is 1100 kg voer verstrekt. Aan vijver 12 is 975 kg verstrekt.

De biomassa zagers is toegenomen tot 1250-1500 kg per vijver en het aantal zagers is afgenomen tot +/- 1200 per vierkante meter. De voederconversie van zagervoer naar zagers ligt in deze vijvers rond 0,8, waarbij de zagerconsumptie door tong niet is meegerekend. Dit is aanmerkelijk slechter dan de voederconversie die normaal gehaald wordt in zagerlarven vijvers. De verklaring hiervoor is dat een deel van de geproduceerde zagers door tong is geconsumeerd. Zoals in Fig. 31 is te zien is het gemiddelde gewicht van de tong in vijvers 6 en 12 toegenomen van 10 gram tot een gewogen gemiddelde van 40 gram. Aangezien het totaal 5000 dieren per vijver betreft, is er per vijver 150 kg vis geproduceerd. Per kilo geproduceerde tong is ongeveer 5 kg zagers nodig. Dit betekent dat per vijver ongeveer 750 kg zagers is geconsumeerd. Wanneer deze hoeveelheid geconsumeerde zagers bij de biomassa in de vijvers wordt opgeteld, komt de voederconversie rond 0,5 te liggen, wat goed vergelijkbaar is met waarnemingen in zagerlarvenvijvers zonder tong.

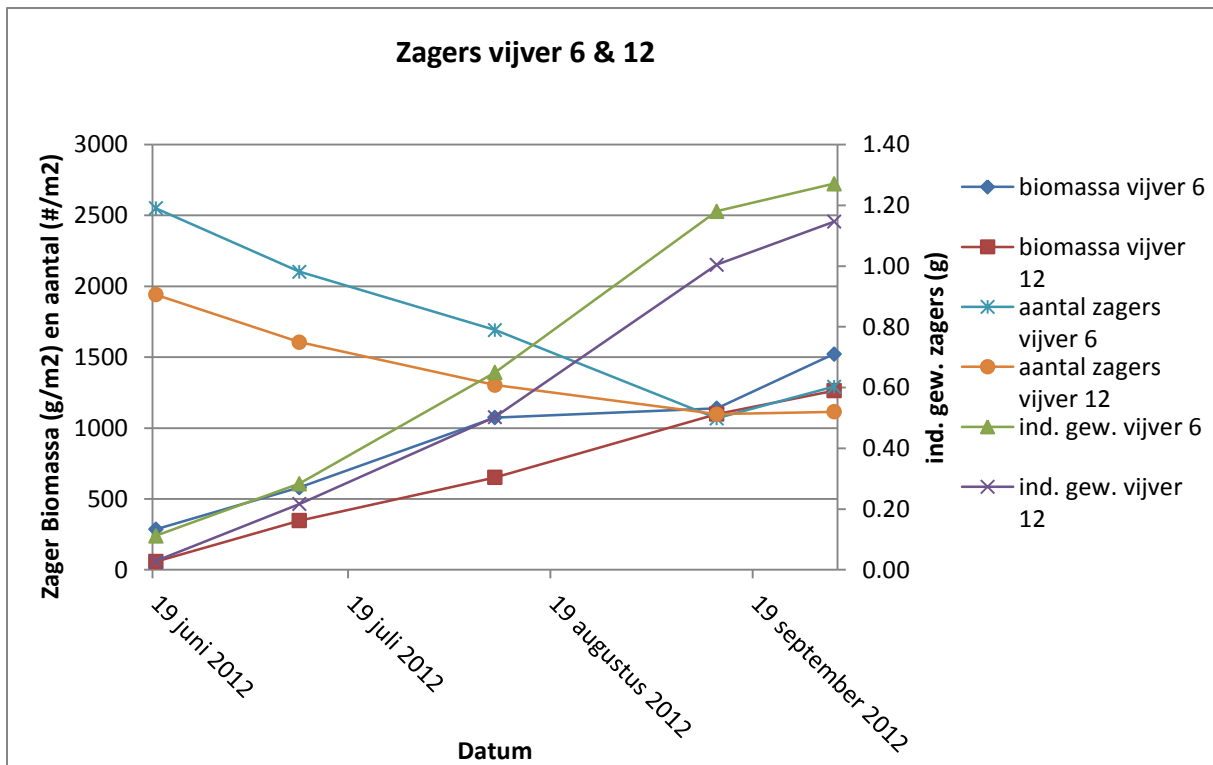


Fig. 33. Ontwikkeling zagerpopulatie vijver 6 en 12.

Ontwikkeling schelpdierpopulatie

De tapijtschelpen in deze vijvers zijn voorspoedig gegroeid. Wanneer de groei in deze vijvers wordt vergeleken met de groei in vijvers 3 en 9, dan groeien de dieren in vijver 6 en 12 beter. In vijvers 6 en 12 is gekozen om bij een lagere dichtheid schelpdieren te houden (250 st / m²) vergeleken met vorige jaren (500-1000 st / m²). Ook is de dichtheid gehalveerd ten opzichte van vijvers 3 en 9 in 2012 (500 st/m²). Het lijkt dat de toegenomen voedselbeschikbaarheid per schelpdier heeft geresulteerd in een betere groei. De dieren in vijvers 6 en 12 zijn gegroeid tot gemiddeld 2,5 gram terwijl in vijvers 3 en 9 het gemiddelde gewicht 1 tot 2 gram is. Wanneer de groei echter wordt vergeleken met de groei van schelpdieren in vijvers 1 en 7 in 2011 dan is de groei van tapijtschelpen in vijver 1 bij een dichtheid van 1000 st/m² tot gemiddeld 3 gram per stuk in 2011 beter dan in 2012 met een lagere dichtheid in vijvers 6 en 12 is bereikt.

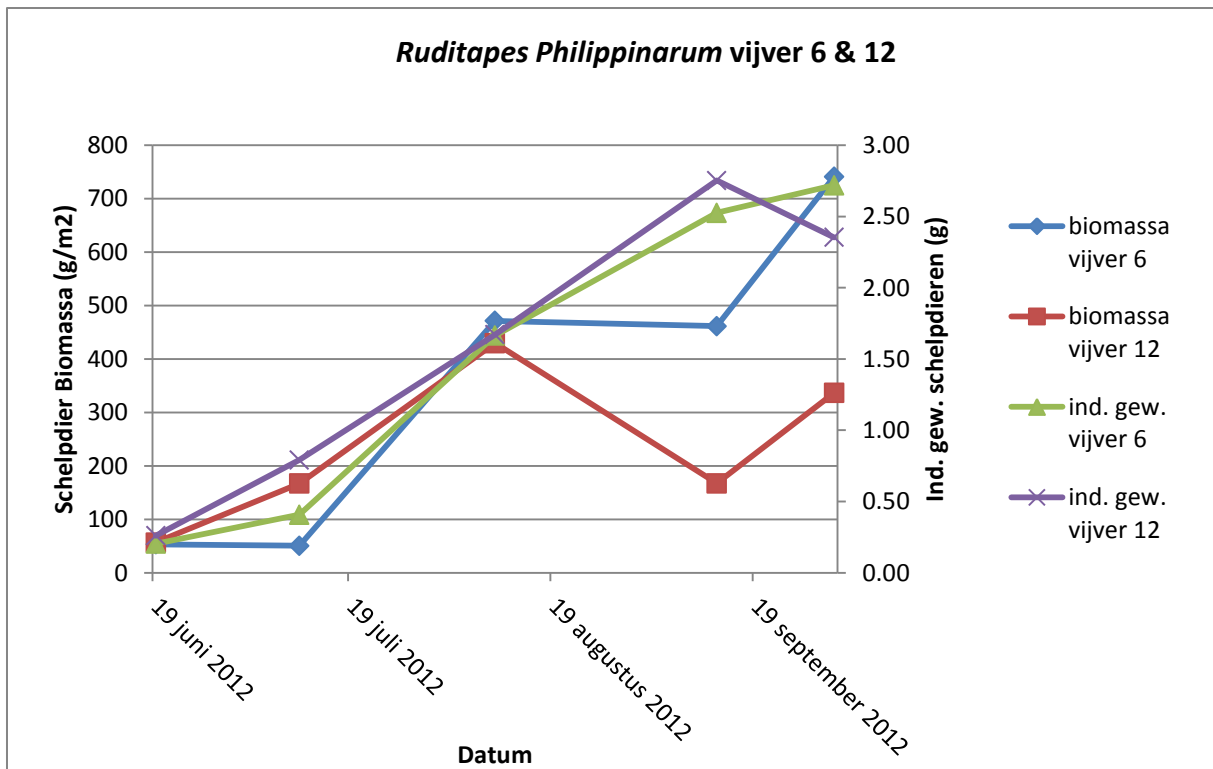


Fig. 34. Ontwikkeling tapijtschelpen vijver 6 en 12

Ontwikkeling tong

De tong die in juli op het bedrijf is aangekomen heeft zich relatief goed ontwikkeld. De dieren zijn in een korte periode gegroeid tot gemiddeld ongeveer 40 gram. Het verschil in gewicht tussen verschillende dieren was echter zeer groot. De lichtste dieren waren aan het einde van het seizoen nog maar 1 á 3 gram, terwijl de zwaarste dieren rond 70 á 80 gram waren. Voor de teelt in 2013 zijn alleen de dieren boven 40 á 50 gram aangehouden.

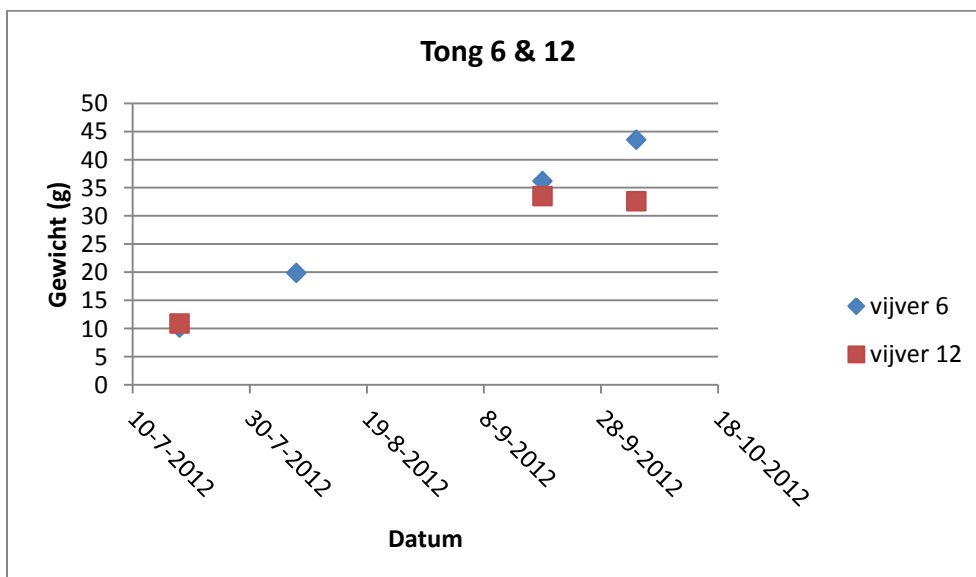


Fig. 35. Ontwikkeling tong vijvers 6 & 12.

Vergelijking groei en uitval oesters gekweekt in mandjes in de ringsloot en vijvers.

In 2011 werd de kweek van Japanse oesters in mandjes in de ringsloot getroffen door het Herpes-oestervirus waardoor uitval optrad. De mate van uitval bleek echter tussen mandjes aanmerkelijk te verschillen afhankelijk van de locatie en de dichtheid van oesters in de mandjes. Afhankelijk hiervan varieerde de uitval tussen en . De vraag was of oesters die de epidemie van 2011 overleefd hadden, resistent zouden blijken te zijn in het jaar daarop. Om dat te onderzoeken zijn de overlevende oesters uit de objecten van 2011 opnieuw gevolgd in 2012. Om effecten van dichtheid en locatie uit te sluiten werden alle objecten teruggebracht tot een zelfde aantal per mandje (200); bovendien werden alle mandjes op dezelfde plek in de ringsloot gehangen.

Ook was er een aanwijzing dat de uitval in aanwezigheid van zagers minder zou zijn. Om de effecten van vijvercondities en in het bijzonder de aanwezigheid van zagers op de uitval te testen zijn in 2012 op verschillende locaties mandjes met Japanse oesters opgehangen.

De locaties waren de volgende:

- Ringsloot bij punt B (Fig. 16)
- Vijver 7: zager-schelpdiervijver
- Vijver 8: algenvijver
- Vijver 9: zagerlarven-schelpdiervijver
- In een container bij de loods met doorstroming van 70 micron gefilterd Oosterschelde water.

Mandjes werden gevuld met 200 oesters per mandje met een begingewicht van 6 g per stuk. Elke twee weken werden de mandjes geschud, dode oesters geteld en verwijderd en levende oesters gewogen.

Resultaten

Effecten van voorgeschiedenis op de uitval.

Figuur 36 laat het effect zien van de cumulatieve uitval in 2011 op de cumulatieve uitval in 2012.

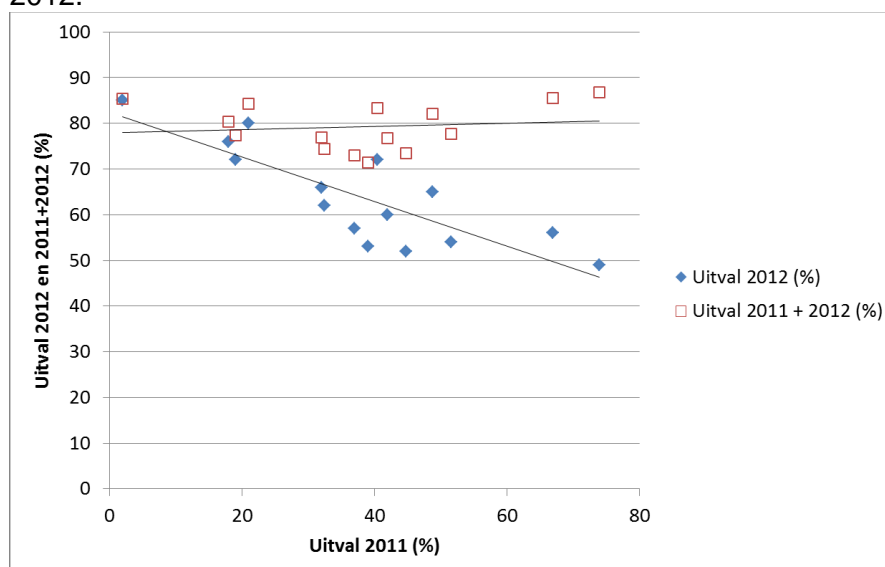


Fig. 36. Cumulatieve uitval in 2012 en in 2011+2012 in relatie tot de uitval in 2011.

Het resultaat is opmerkelijk: verschillen in uitval in 2011 blijken volledig gecompenseerd te worden door uitval in het jaar erop. Mandjes die weinig uitval hadden in 2011, hadden veel uitval in 2012 en omgekeerd. Het netto-resultaat na twee jaar was dat van de oesters waarmee begin 2011 gestart werd in alle behandelingen eind 2012 nog slechts 20% leefden.

Effecten van locatie op de uitval

Figuur 37 laat de ontwikkeling van het gewicht zien, Figuur 38 het verloop van de cumulatieve uitval.

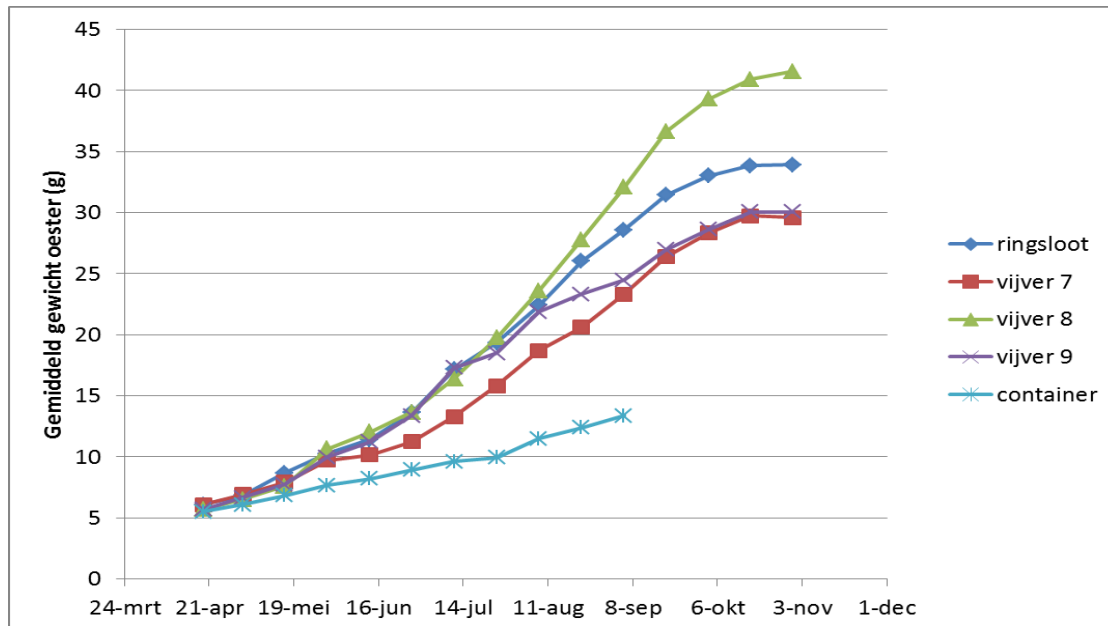


Fig. 37. Groei van Japanse oesters op 5 verschillende locaties in het Proefbedrijf in 2012.

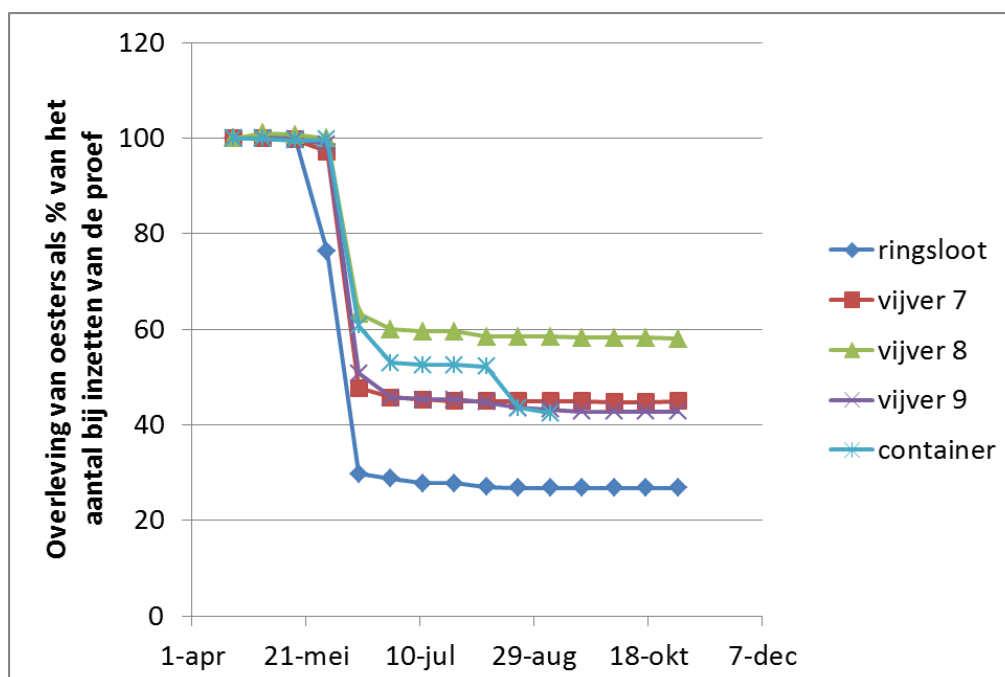


Fig. 38. Overleving van Japanse oesters op 5 verschillende locaties in het Proefbedrijf in 2012.

Tussen locaties was er een duidelijk verschil in groei met de slechtste groei in de container en de beste in vijver 9 (algenvijver).

Tussen locaties variëerde de overleving als volgt:

Ringsloot:	27%
Vijver 7:	45%
Vijver 8:	58%
Vijver 9:	43%
Container:	43% (tot 5 september)

Op alle locaties was de uitval dus omvangrijk. Aan- of afwezigheid van zagers heeft geen duidelijk effect: de beste overleving, c.q. geringste uitval trad op in de algenvijver. De uitval had een plotseling karakter: tussen 30 mei en 13 juni was de uitval nagenoeg compleet. Verschillen tussen mandjes binnen een vijver waren ook in 2012 weer groot: in vijver varieerde de uitval tussen mandjes van 22 tot 65%. Ze ondersteunen het idee dat kruisbesmetting van oesters zich afspeelt op de schaal van centimeters en bepalend is voor de omvang van de sterfte tijdens een epidemie.

Testen van een verbeterde oogstmachine voor zagers en schelpdieren

Eind 2011 zijn offertes opgevraagd voor de constructie van een verbeterde oogstmachine voor zagers en schelpdieren. Op basis van deze offertes en de ervaring en kennis is Machinefabriek Bakker geselecteerd om een ontwerp te maken en een prototype te construeren.

In een aantal bijeenkomsten is het ontwerp gespecificeerd. Uitgangspunt is een drijvende machine die middels een trekker op het rijpad door de vijver voortbewogen wordt. De machine moet een tien maal hogere oogstnelheid kunnen bereiken: 500 m² per uur in plaats van de 50 m² per uur die momenteel mogelijk is. Om de beste technieken te selecteren voor het opzuigen van het sediment en het scheiden van het mengsel van zand, water, zagers en schelpen zijn nog kleinschalige proeven nodig.

Vergelijking kostprijs voor verschillende scenario's van tongkweek en evaluatie technische en economische haalbaarheid gemengd zilt bedrijf.

Uit eerdere berekeningen bleek dat de kwaliteit en kostprijs van pootvis bepalend is voor de winstgevendheid van tongkweek in vijvers. Om die reden wordt gewerkt aan de opzet van een broedhuis waarin copepoden en zagerlarven gebruikt zullen worden als levend voedsel voor tonglarven. Om de economische haalbaarheid van het gebruik van zagerlarven te kunnen toetsen, werd een theoretische berekening uitgevoerd van de behoefte aan zagerlarven en de daarmee verbonden kosten. De resultaten daarvan staan vermeld in Tabel 4.

In theorie kunnen met 1 paarijpe zagervrouw van 10 g 32 tonglarven tot en met de metamorfose opgekweekt worden, i.c. tot 25 mg. Uitgaande van een fictieve prijs van € 50 per kg paarijpe zagers (omgerekend 1 Euro per paarijpe zagervrouw) volgt hieruit € 0.03 aan kosten voor de voeding van een tonglarve tot en met de metamorfose. De werkelijke kosten zullen afhankelijk zijn van de werkelijke prijs van paarijpe zagers en de uitval van tonglarven tijdens de opkweek.

Tabel 4. Theoretische berekening van de behoefte aan paairijpe zagers en de kosten daaraan verbonden voor de opkweek van tonglarven.

PAAIRIJPE ZAGERS		
Gewicht volwassen zagervrouw	g	10
Eiproductie	g per vrouw	4
Ei-diameter (fertilised egg)	micrometer	180
Ei-gewicht	mg per stuk	0.003
Eiproductie	n per zagervrouw	1,300,000
TONG		
Duur pelagische fase	dagen	30
Lengte aan einde	mm	15
Gewicht aan einde	mg	25
Voederconversie	mg zager per mg tonglarve	5
Behoefte aan zagerlarven	mg zager per tonglarve	125
Behoefte aan zagerlarven	zagerlarven per tonglarve totaal	40,956
Productie tonglarven	n per zagervrouw	32
Prijs paairijpe zagers	Euro per kg	50
Prijs volwassen zagervrouw	Euro per stuk	1
Berekende prijs zagereieren	Euro per 1000	0.001
Berekende kosten voeding tonglarve	Euro per larve	0.03

Eerdere berekeningen aan de economische haalbaarheid van de combinatie kweek van algen tapijtschelpen en zagers onder extensieve omstandigheden werden vergeleken met de berekeningen van Zeeland Aquacultuur aan een intensieve kweek. Dit was voor ZA aanleiding de berekeningen te herzien.