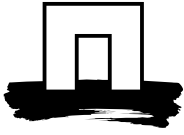




Toekomstperspectief voor het gemengd zilt bedrijf

J.J.M.H. Ketelaars & A.C. Ruizeveld de Winter





Toekomstperspectief voor het gemengd zilt bedrijf

J.J.M.H. Ketelaars & A.C. Ruizeveld de Winter

© 2014 Wageningen, Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek (DLO) onderzoeksinstituut Plant Research International. Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of enige andere manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van DLO.

Voor nadere informatie gelieve contact op te nemen met: DLO in het bijzonder onderzoeksinstituut Plant Research International, Agrosysteemkunde.

DLO is niet aansprakelijk voor eventuele schadelijke gevolgen die kunnen ontstaan bij gebruik van gegevens uit deze uitgave.

Plant Research International, onderdeel van Wageningen UR Business Unit Agrosysteemkunde

Adres : Postbus 616, 6700 AP Wageningen
: Wageningen Campus, Droevendaalsesteeg 1, Wageningen
Tel. : 0317 – 48 05 19
Fax : 0317 – 41 80 94
E-mail : info.pri@wur.nl
Internet : www.wageningenUR.nl/pri

Deze uitgave kwam tot stand als onderdeel van het Proefproject Zeeuwse Tong.

In dit Proefproject participeren:



Neanthes



Proefproject Zeeuwse Tong is een Ontwikkelingsproject van Bedrijfsleven, Onderzoeksinstituten en Opleidingsinstituten voor de binnendijkse kweek van zagers, vis zoals zeetong en schelpdieren gecombineerd met de teelt van zilte gewassen. Het project wordt ondersteund door de Provincie Zeeland, het Ministerie van Economische Zaken en het Nederlandse operationeel programma 'Perspectief voor een duurzame visserij' dat wordt medegefinancierd uit het EVF: 'Europees Visserijfonds: Investering in duurzame visserij'.



Foto op de voorzijde: Proefbedrijf Zeeuwse Tong in Colijnsplaat (CEDE Photoservices)

Inhoudsopgave

	pagina
1. Het gemengd zilt bedrijf	1
2. Het Proefbedrijf Zeeuwse Tong	3
3. De kweek van tong	5
4. De kweek van zagers	13
5. De kweek van tapijtschelpen	21
6. De kweek van Japanse oesters	29
7. De kweek van platte oesters	31
8. Een voorbeeld van een mengteelt van zagers, tapijtschelpen en tong	37
9. Het gemengd zilt bedrijf: technische haalbaarheid	41
10. Het gemengd zilt bedrijf: economische haalbaarheid	43
11. Risico's en onzekerheden	53
12. Conclusies	55
13. Referenties	57

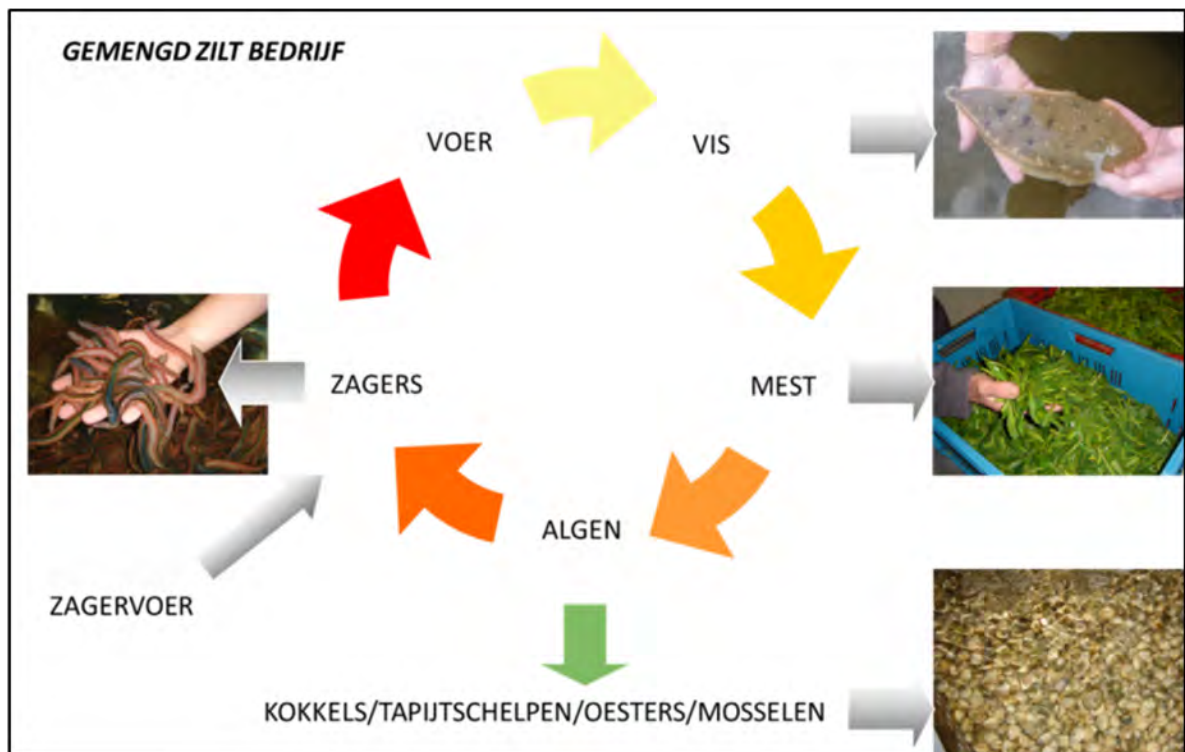
1. Het gemengd zilt bedrijf

Het gemengd zilt bedrijf is een bedrijf dat in een zout milieu verschillende plantaardige en dierlijke teelten combineert tot een robuust productiesysteem. De meststoffen afkomstig uit de dierlijke teelten vormen de voedingsstoffen voor de plantaardige teelten; de plantaardige teelten voorzien op hun beurt in een kleiner of groter deel van de voedselbehoefte van de dierlijke teelten.

Door deze combinatie van teelten ontstaan de volgende voordelen:

1. Het bedrijf is minder afhankelijk van externe inputs. Door hergebruik van nutriënten is de nutriëntenbalans beter in evenwicht, wordt de uitstoot van nutriënten verminderd, dalen de kosten van lozing van effluent, en worden kosten van aankoop van inputs beperkt.
2. Door meerdere teelten binnen het bedrijf te combineren wordt het risico van misoogsten gespreid over meerdere teelten. Dit heeft naar verwachting een positief effect op de inkomenszekerheid.

De precieze uitvoering van een gemengd zilt bedrijf hangt af van het te kiezen productiemodel. De diversiteit van teelten kan verschillen, evenals de wijze van koppeling. Het model dat door Zeeuwse Tong getest wordt, is geënt op de volgende kringloop: zagers 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 aangekochte voer.



Figuur 1. Het devies van Zeeuwse Tong is: lekker en gezond, duurzaam en natuurlijk. Lekker en gezond spreken voor zich, duurzaam betekent dat Zeeuwse Tong voor de kweek van tong streeft naar een maximaal gebruik van zelf geproduceerd voer door plantaardige en dierlijke productie binnen het bedrijf te combineren en zo de kringloop van voedingsstoffen te sluiten. Natuurlijk is het gebruik van zagers als voedsel voor de tong, in vijvers met een zandbodem waarin de vis zich overdag kan verbergen.

2. Het Proefbedrijf Zeeuwse Tong

Op het Proefbedrijf Zeeuwse Tong in Colijnsplaat is gedurende vier jaren (2010-2013) ervaring opgedaan met de kweek van zagers, tong, algen, en schelpdieren, waaronder tapijtschelpen, Japanse oesters en platte oesters.

Het Proefbedrijf Zeeuwse Tong is een vijverbedrijf. De teelt van zagers, vis, schelpdieren en algen vindt plaats in 12 vijvers gescheiden door rijpaden en dit alles omgeven door een ringsloot. De ringsloot verzamelt het effluent van de vijvers en beschermt tegen ongewenst bezoek. Elke vijver is van gelijke grootte: 1000 m², ofwel 10 m breed en 100 m lang. De vijvers zijn onderling op drie plaatsen verbonden door ondergrondse waterdoorvoeren. De vijvers en ringsloot zijn uitgevoerd als foliebassins. Als folie is gekozen voor EPDM. De vijverdiepte bedraagt 1.20 m tot op de folie. In vijvers bedoeld voor de kweek van zagers, vis en bodemschelpdieren bevindt zich een laag zand van 20 cm waardoor de waterdiepte hier 80 cm bedraagt. In de algenvijvers is geen zand aangebracht; de waterdiepte hierin bedraagt 100 cm. Vijvers met vis worden standaard afgeschermd met netten om predatie door aalscholvers te voorkomen. Het vijversysteem is voorzien van een aan- en afvoer van Oosterscheldewater. Inkomend water wordt in twee stappen gefilterd tot op 50 micron. Deze voorzieningen zijn ondergebracht in een loods waarin ook enkele bassins aanwezig zijn voor kweek of overwintering van vis. Daarnaast is er een portacabin met eenvoudige labvoorzieningen en sanitair. Voorts is er de beschikking over een Warmte-Koude Opslag (WKO) waarmee twee vijvercompartimenten van elk 100 m² 's winters op een temperatuur van minimaal 5 °C gehouden kunnen worden. Nadere details van het proefbedrijf zijn opgenomen in het Jaarverslag van het Proefbedrijf 2010.

In onderstaande worden de belangrijkste ervaringen met de verschillende teelten afzonderlijk en in combinatie samengevat. Vervolgens komen aan bod: de technische en economische haalbaarheid, en de risico's en onzekerheden.

3. De kweek van tong

Succesvolle voortplanting van G1 ouderdieren van tong

Vóór aanvang van het Proefproject Zeeuwse Tong was het wél mogelijk wilde ouderdieren van tong tot voortplanting aan te zetten, maar met de nakomelingen van deze wilde ouders (G1 dieren) lukte dit niet of nauwelijks. Na de eerste winter op het proefbedrijf bleken een aantal vissen die de winter in een vijver overleefd hadden, nakomelingen te hebben geproduceerd. Dit bleek uit de vangst van jonge visjes in augustus 2011. Uit DNA analyses van deze visjes en hun ouders bleek onomstotelijk dat deze pootvis afkomstig was van de aanwezige ouderdieren.

Met deze ervaringen werd eind 2011 besloten een aantal groepen ouderdieren te formeren die op verschillende locaties werden gehuisvest: in een wintercompartiment van vijver 3, in de loods van het proefbedrijf, en in de faciliteiten van IMARES in IJmuiden. In het wintercompartiment buiten werd m.b.v. de WKO installatie de temperatuur op minimaal 5 °C gehouden. Dit temperatuurregime werd vervolgens ook opgelegd aan de andere groepen ouderdieren. Voorjaar 2012 bleken alle groepen bevruchte eieren te hebben geproduceerd. In 2013 heeft dit protocol opnieuw voor voortplanting gezorgd. Hieruit volgde de conclusie dat voor een succesvolle voortplanting van G1 dieren een voldoende lange periode met een lage temperatuur noodzakelijk is. Dit resultaat opent de weg naar selectie en fokkerij van tong. Toepassing van een fokkerijprogramma zal op termijn een gemiddeld snellere groei en een geringere variatie in groeisnelheid opleveren.

Genetische potentie voor snelle groei aanwezig in G1 tongpopulatie

Om een indruk te krijgen van de genetische potentie voor snelle groei is in de periode oktober 2012 – oktober 2013 een proef uitgevoerd met 100 vissen. Deze vissen waren afkomstig uit eigen kweek van het proefbedrijf. Ze waren als larve van enkele dagen oud in de tweede helft van mei 2012 in een eerstejaars zagervijver uitgezet. In oktober 2012 zijn ze met een gemiddeld gewicht van 50 g overgebracht naar de loods van het proefbedrijf en daar gehuisvest in een ronde tank van 7 m². Om de maximale groeisnelheid te kunnen bepalen zijn deze vissen een jaar lang *ad libitum* gevoerd met alleen zagers. De watertemperatuur werd gedurende de gehele periode op gemiddeld 18 °C gehouden. De daglengte volgde het natuurlijk verloop.

Figuur 2 toont de groei en de spreiding hierin van individuele vissen. Duidelijk is dat de snelste groeiers in minder dan 18 maanden, gerekend vanaf ei, het grootste formaat bereikten dat op de visafslagen verhandeld wordt: met een gewicht van meer dan 500 g vallen ze in de Klasse Groot, in de handel aangeduid met de naam lappen. Duidelijk is ook dat er een groot verschil is tussen de snelste en de traagste groeiers. Een deel van deze variatie hangt samen met het verschil tussen mannen en vrouwen.

Gemiddeld genomen bedroeg de toename in gewicht 400 g in een periode van een jaar. Dat komt overeen met een gemiddelde groeisnelheid van ruim 1 g per dag. De snelste groeiers hadden een groeisnelheid die bijna twee keer zo hoog is.

De groei van tong in vijvers

Bij de kweek van tong in vijvers moeten we rekening houden met de wisseling van seizoenen en de fluctuatie van de watertemperatuur die hiermee samenhangt. Beneden een temperatuur van 6 °C staat de groei van tong stil. Dit houdt in dat in een vijver met een natuurlijk temperatuurverloop slechts gedurende 6 maanden per jaar groei mogelijk is. Dat beperkt de gewichtstoename tot minder dan de helft van de groei die binnen gemeten is bij een constante watertemperatuur van 18 °C, d.w.z. tot minder dan 200 g per zomerseizoen.

Van dezelfde populatie vissen die gebruikt werd voor de bepaling van de potentiële groei, zijn dieren gedurende het groeiseizoen van 2013 opgekweekt in een tweedejaars zagervijver. Deze vissen hadden bij uitzetten op 2 mei 2013 een gewicht van gemiddeld 60 g. Op 8 oktober bedroeg het gewicht 219 g (Figuur 3). Dit komt overeen met een groeisnelheid van 1 g per dag in 5 maanden en een totale gewichtstoename van 160 g. Rekening houdend met nog

enige groei in de maand oktober betekent dit dat in een vijverteelt in twee groeiseizoenen vissen van ei tot meer dan 200 g op kunnen groeien. Met dit eindgewicht vallen ze gemiddeld in de Klasse Tong 1, zie Tabel 1.

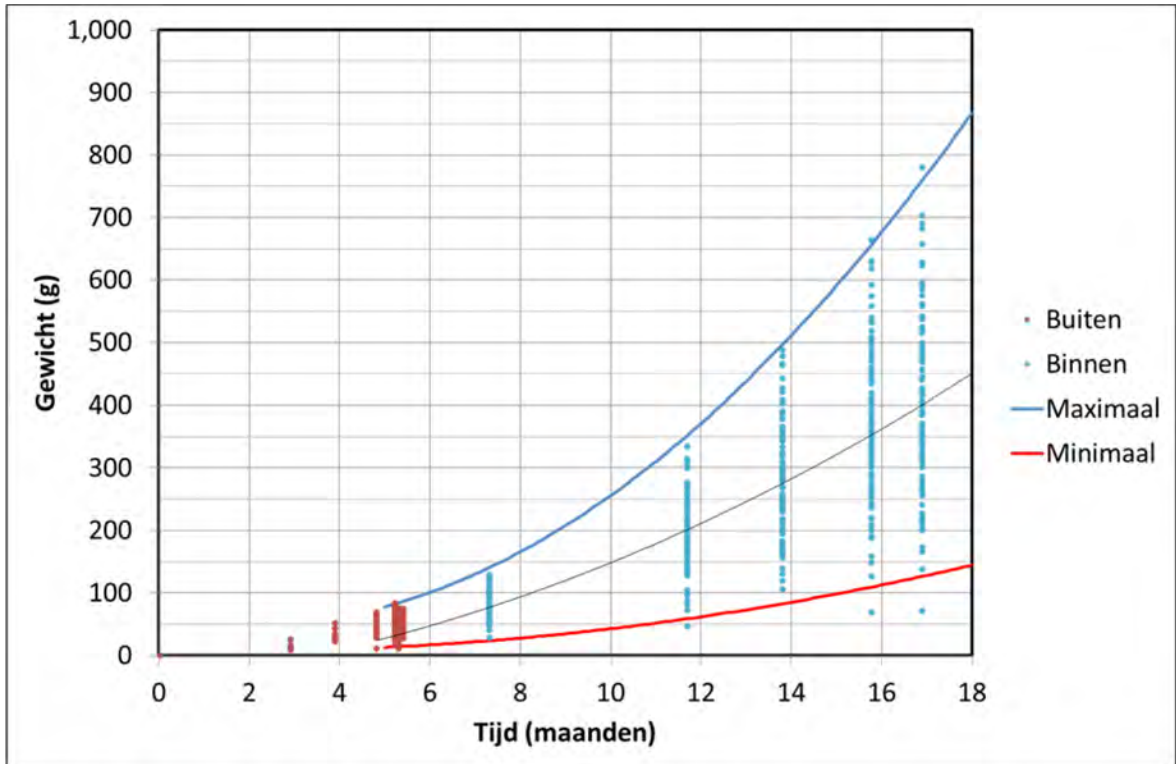
Tabel 1. Klasse-indeling voor de handel in tong met de gemiddelde prijs over de jaren 2008-2012 op de Visafslag van Stellendam.

	Lengte (cm)	Gewicht (gram)	Prijs in Euro per kg
Tong 2	24-27	120 - 180	7.76
Tong 1	27-30	180 - 230	9.58
Tong Klein Middel (KM)	30-33	230 - 300	12.53
Tong Groot Middel (GM)	33-35	300 - 500	15.55
Tong Groot (Lap)	> 35	> 500	16.83

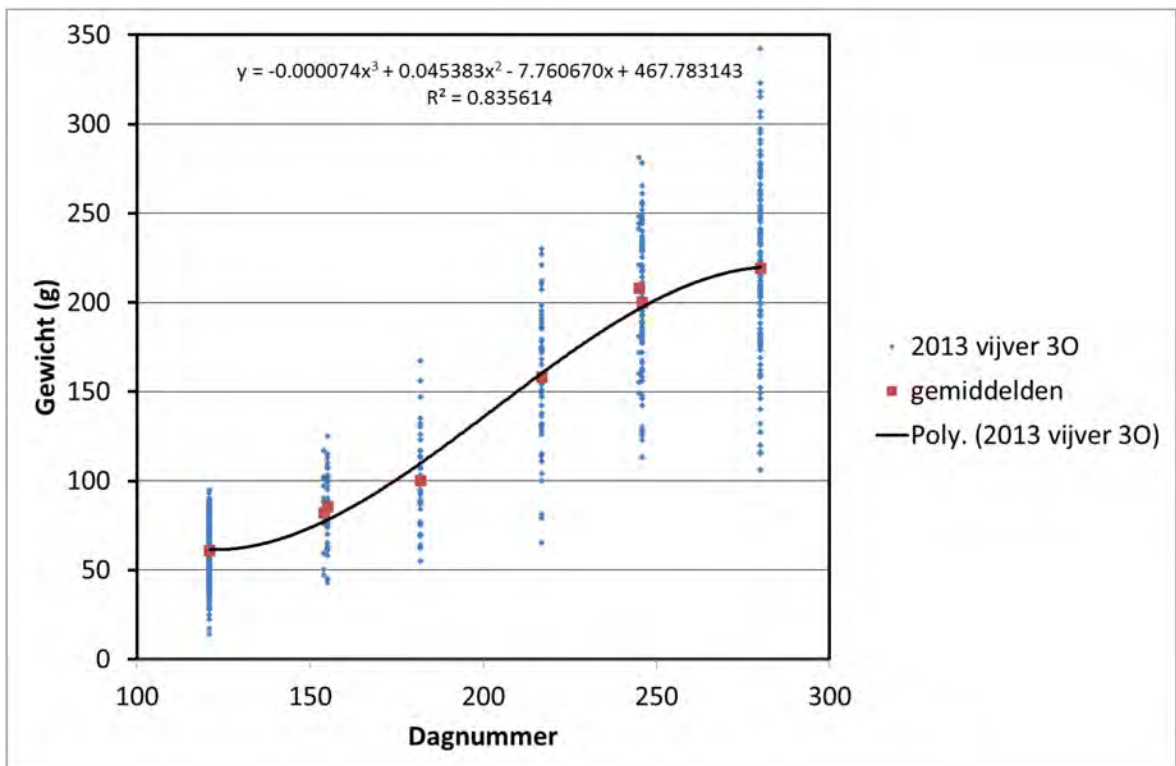
In vijvers in twee seizoenen naar een gewicht van meer dan 200 g

Om in twee seizoenen een gewicht van ruim 200 g te kunnen bereiken is een goede kwaliteit pootvis nodig en een groeizame omgeving. Eerstejaars zagervijvers blijken hierin te kunnen voorzien. Dit zijn vijvers die in april met een hoge dichtheid zagerlarven ingezaaid worden. De jonge tongetjes treffen hierin een overvloed aan voedsel aan van wormpjes van verschillend formaat. Figuur 4 toont de ervaringen met de opkweek van pootvis in eerstejaars zagervijvers gedurende drie opeenvolgende jaren. In 2011 waren de visjes afkomstig van eieren die door ouderdieren in de vijver zelf geproduceerd waren, in 2012 werden larven van twee dagen oud uitgezet, en in 2013 werd de eerste batch pootvisjes geproduceerd door Stichting Zeeschelp eind juni met een leeftijd van 2 maanden uitgezet (ca. 20 mm). Laatstgenoemde dieren wogen begin september 24 g per stuk, terwijl leeftijdgenoten die binnen met droogvoer doorgeweekt werden op dat moment nog pas 2.4 g per stuk wogen. Oorzaken van dit verschil kunnen zijn: verschillen in voeding, dichtheid, leefomgeving of een combinatie hiervan.

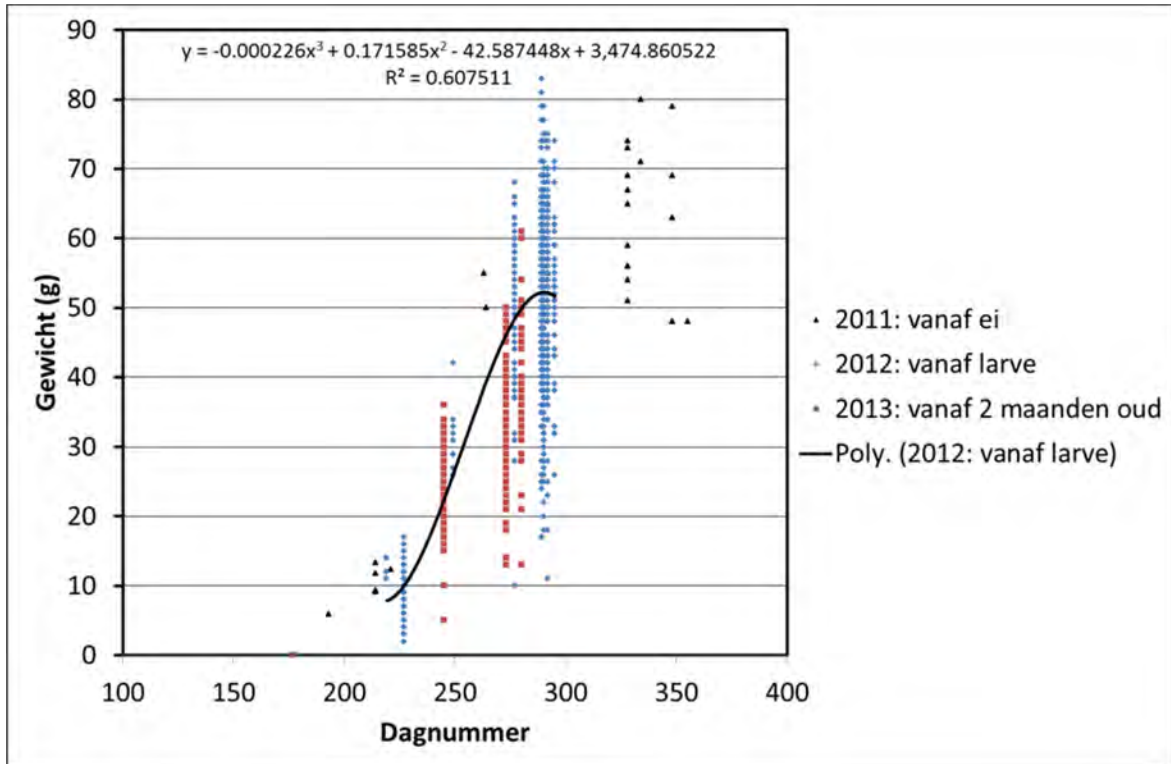
Figuur 4 laat zien dat in één groeiseizoen een gewicht van gemiddeld 50 g haalbaar is. Dit is ruwweg twee keer zo snel als in de kweek binnen met droogvoer bereikt wordt.



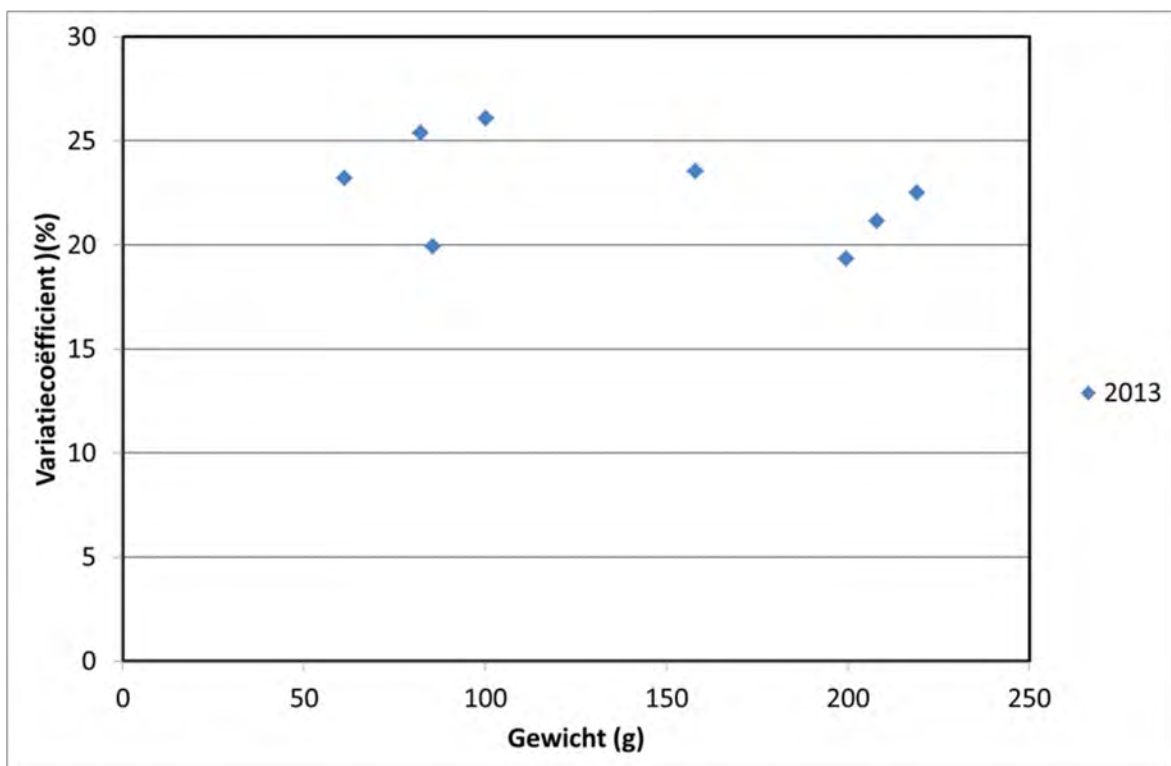
Figuur 2. De groei van tong vanaf hatching tot een leeftijd van 5 maanden in een eerstejaars zagervijver buiten, en daarna binnen bij een watertemperatuur van ca. 18°C op een dieet van verse zagers.



Figuur 3. De groei van tong in een tweedejaars zagervijver.



Figuur 4. De groei van pootvis van tong in eerstejaars zagervijvers. Pootvis in 2011 was afkomstig van eieren die in de vijver zelf geproduceerd waren. Pootvis in 2012 werd tussen 10 en 24 mei uitgezet als larve van enkele dagen oud en in 2013 als visjes van 2 maanden oud (lengte ca. 20 mm) afkomstig van Stichting Zeeschelp.



Figuur 5. Verloop van de variatiecoëfficiënt met toenemend gewicht van de vissen uit Figuur 3.

De opkweek van pootvis in eerstejaars zagervijvers lijkt dus aantrekkelijk mits niet te jonge visjes worden uitgezet: van de larven van enkele dagen oud die in 2012 uitgezet werden, bedroeg de overleving slechts 1.4%. Van de visjes van 2 maanden oud in 2013 was het terugvangstpercentage half november 80%, bij een gemiddeld gewicht van 50 g. Het optimale tijdstip, c.q. het optimale formaat voor uitzetten moet dus verder onderzocht worden.

Grote individuele variatie in groeisnelheid bij tong

Individuele vissen vertonen nu nog grote verschillen in groeisnelheid en gewicht op eenzelfde leeftijd zoals de Figuren 2 en 3 laten zien. Voor de vissen in Figuur 3 lag de variatiecoëfficiënt tussen de 19 en 26% (Figuur 5). Met een variatiecoëfficiënt van 25% varieert het gewicht bij een gemiddelde van 250 gram ruwweg tussen 125 en 375 gram, d.w.z. van net voldoende voor slibtongformaat (Klasse 2) tot klasse Groot Middel, de op één na zwaarste categorie. Een deel van de variatie in gewicht vloeit voort uit het verschil tussen mannen en vrouwen.

Tong-vrouwen: de beste groeiers

De pootvis die op het proefbedrijf gebruikt is voor doorkweek was aanvankelijk afkomstig van de productie door Solea bv en later IMARES. Van deze pootvis was bekend dat deze voor meer dan 80% uit mannen bestond. Het effect daarvan op de groei bleek uit een vijverexperiment dat in 2011 werd uitgevoerd met individueel getaggede dieren. Van deze vissen is het begin- en eindgewicht bekend en het geslacht. De gemiddelde groeisnelheid gedurende het groeiseizoen bedroeg 0.50 g per dag voor de mannen en 0.84 g per dag voor de vrouwen: de gewichtstoename van de mannen was dus slechts 60% van die van de vrouwen. De gemiddelde groeisnelheid van de populatie vissen afkomstig van Solea bv en IMARES ligt dus dicht bij die van de mannen. Uit een overzicht van alle groeimetingen blijkt dat in veel gevallen de gemiddelde groeisnelheid dicht bij de 0.5 g per dag lag (Tabel 3). In 2011 was de groei relatief gunstig maar is er zwaar geselecteerd (op pootvis zonder morfologische afwijkingen) in de beschikbare populatie pootvis van Solea bv. Dit geldt ook voor de populatie vissen van IMARES in 2013.

Een groter aandeel vrouwen is mogelijk

De oorzaken van het hoge aandeel mannen in de populaties afkomstig van Solea bv en IMARES is niet bekend. Ervaringen van het proefbedrijf tonen aan dat verbetering van de man/vrouw verhouding in de pootvispopulatie mogelijk is en dat daarmee de gemiddelde groeisnelheid flink kan worden verhoogd: van pootvissen die vanaf larve opgroeiden in een zagervijver, bedroeg het aandeel vrouwen 70%; van pootvissen die vanaf een leeftijd van 2 maanden opgroeiden in een zagervijver, was het percentage vrouwen 50%. Mogelijk is een verblijf in zagervijvers gedurende de eerste paar maanden gunstig voor een hoog aandeel vrouwen.

Het verschil in gewichtontwikkeling tussen mannen en vrouwen neemt toe met toenemend gewicht. Op jonge leeftijd is het sexe-verschil in gewicht nauwelijks waarneembaar. Bij toenemend gewicht kan het verschil oplopen tot 50% of meer. Dit bleek uit een vergelijking van de gewichten van mannen en vrouwen in verschillende populaties (Figuur 6) en Tabel 2.

Tabel 2. *Verskil in gewicht tussen mannen en vrouwen van gelijke leeftijd met toenemend gewicht, op basis van de relatie uit Figuur 5.*

Gewicht man	Gewicht vrouw	Vershil
gram	gram	%
100	109	9
150	181	20
200	264	32
250	358	43
300	465	55

Een logisch gevolg van het toenemend verschil in gewicht tussen mannen en vrouwen is dat de variatie in gewicht groter wordt naarmate vissen in een populatie ouder en groter worden.

Tabel 3. *Overzicht van metingen aan de groei van tong in zagervijvers van het proefbedrijf in 2010-2013. In zwart: pootvis afkomstig van Solea bv of IMARES. In rood: pootvis geproduceerd op het proefbedrijf, in blauw pootvis afkomstig van Stichting Zeeschelp. Let op: pootvis in 2012 vijver 3 en 9 uitgezet als larven, in 2013 vijver 10 als visjes van 0.1 g.*

Jaar	Vijver	Dagnummer Begin	Dagnummer Eind	Duur Dagen	Gewicht Begin (g)	Gewicht Einde (g)	Groei g	Groei g per dag
2010	3	184	305	121	64	152	88	0.73
2010	4	184	305	121	76	157	80	0.66
2010	9	184	305	121	58	157	99	0.82
2010	10	184	305	121	80	165	85	0.70
2011	3W	130	271	141	99	161	62	0.44
2011	3O	130	271	141	100	164	63	0.45
2011	6	130	271	141	62	136	74	0.53
2011	12	130	269	139	80	154	74	0.53
2012	1	192	277	85	84	120	37	0.43
2012	4W	192	277	85	59	94	36	0.42
2012	4O	192	277	85	44	80	36	0.43
2012	7	192	277	85	34	76	42	0.49
2012	10	192	277	85	40	71	31	0.37
2012	6	199	277	78	10	44	33	0.43
2012	3	219	295	76	16	49	33	0.44
2012	9	219	295	76	13	51	38	0.51
2012	12	199	277	78	11	33	22	0.28
2013	3O	121	280	159	61	219	158	0.99
2013	3W	107	273	166	62	202	140	0.84
2013	6	111	273	162	75	205	130	0.80
2013	9	107	273	166	62	182	121	0.73
2013	10	192	280	88	24	39	15	0.17
2013	12	111	273	162	75	179	104	0.64

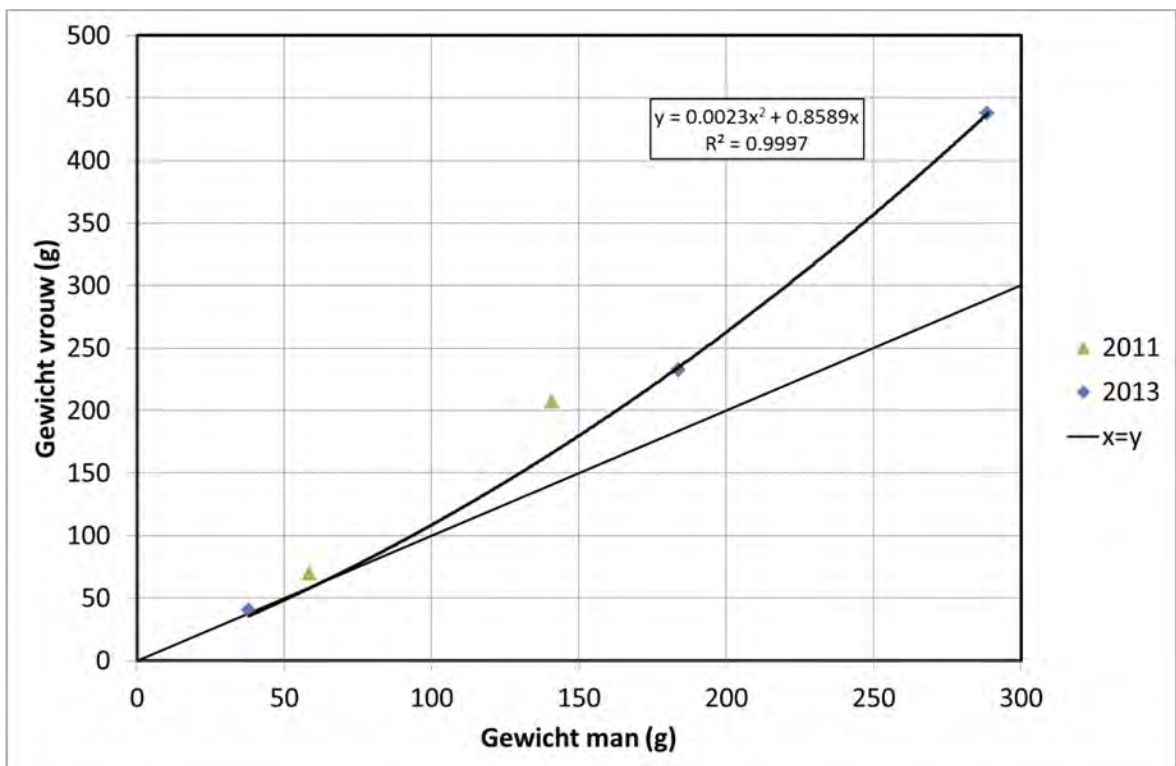
Pootvisproductie in zagervijvers?

Naast gunstige effecten op de groei en gezondheid en mogelijk op het aandeel vrouwen heeft productie van pootvis in zagervijvers ook positieve effecten op het uiterlijk van de vis. Een hardnekkig probleem in de kweek van platvis is een abnormale pigmentering. Dit uit zich in donkere vlekken op de buikzijde die wit hoort te zijn. In extreme gevallen hebben buik- en rugzijde dezelfde bruine kleur en pigmentering. Oorzaken van deze abnormale pigmentering zijn niet goed bekend. Uit recente literatuur zou blijken dat het een gevolg is van stress. Van pootvissen die vanaf larve in een zagervijver opgroeiden vertoonden 92% een normale pigmentering (witte buik, bruin gekleurde rug) vergelijkbaar met die van wilde tong.

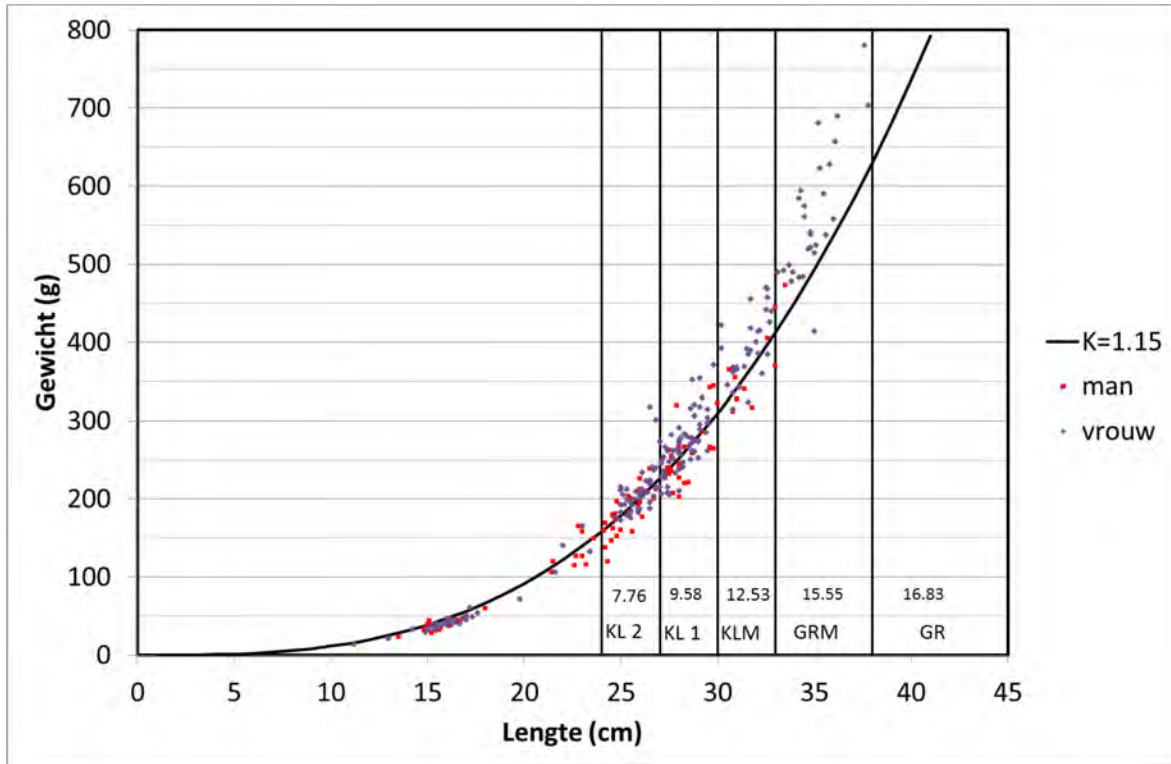
Productie van pootvis van tong in Zeeland gestart

Annex en met hulp van het Proefproject Zeeuwse Tong is in Zeeland voorjaar 2013 door Stichting Zeeschelp de productie van pootvis van tong gestart. Een eerste batch pootvisjes (3600 stuks, 80 dagen oud, 0.1 g, 20 mm) is met succes opgekweekt in een vijver van het proefbedrijf: half november bedroeg het gewicht gemiddeld 50 g en het terugvangpercentage 80%.

De bouw van een coöperatief broedhuis voor tarbot en tong is in voorbereiding. Dit broedhuis moet garant staan voor de beschikbaarheid van hoogwaardig uitgangsmateriaal met een acceptabele prijs aan toekomstige kwekers van tarbot en tong.



Figuur 6. Een vergelijking van het gewicht van mannen en vrouwen op een zelfde leeftijd. Naarmate het gewicht toeneemt wordt het verschil absoluut en relatief groter.



Figuur 7. Relatie tussen de lengte en het gewicht van mannelijke en vrouwelijke tongen. De curve komt overeen met een conditie index (K) van 1.15. Punten boven deze curve betekenen een hogere index dan 1.15, punten onder de curve met een index kleiner dan 1.15. Tevens geeft de figuur de klassering van tong op de afslag en de gemiddelde prijs per kg op de visafslag in Stellendam in de periode 2008-2013.

4. De kweek van zagers

Zagers: model voor een hoogwaardig tongvoer

Uit verschillende kortlopende en langlopende groeiproeven (tot een duur van 12 maanden) blijkt een dieet van uitsluitend verse zagers garant te staan voor een hoge groeisnelheid van tong, hoger dan nu mogelijk is met commercieel visvoer. Er zijn geen aanwijzingen gevonden dat langdurig verstrekken van zagers als enig voer een te éénzijdige voeding op zou leveren. Opvallend is dat de conditie index van tong opgegroeid op een zagerdieet hoog is. Deze index wordt berekend als $100 \cdot W/L^3$ met W als het levendgewicht in grammen van de vis en L de lichaamslengte in centimeters.

Gemiddeld bedroeg de Conditie index van vissen aan het einde van het seizoen 1.15. Pootvis van gemiddeld 40 g had een wat lagere index (0.99) terwijl grote vrouwen met een gewicht van 438 g een nog hogere index (1.29) bezaten (zie Figuur 7). Een hoge index gaat volgens het onderzoek van Fonds *et al.* (1989) gepaard met hogere vetgehalten in de vis.

De meerwaarde van verse zagers als voer voor tong blijft behouden wanneer deze zagers onder milde omstandigheden gedroogd worden tot een zagermeel. Daarmee zijn zagers een ideaal model voor de ontwikkeling van een even hoogwaardig droogvoer maar met een acceptabeler prijs.

De huidige kostprijs van zagers is een belemmering voor commercieel gebruik van zagers als enig voer voor tong. Om de kostprijs te verlagen zijn in het Proefproject Zeeuwse Tong verschillende opties onderzocht. Het beste middel om de kostprijs te verlagen is een kweekstelsel waarin zagers als nevenproduct van een andere teelt verschijnen. Een mogelijkheid daartoe is de combinatie van de kweek van schelpdieren en zagers. Door zagers niet als puur voer te gebruiken maar als ingrediënt van een mengvoer is het mogelijk de kostprijs van duurzaam visvoer verder te verlagen. In samenwerking met HZ, de Leerstoelgroep Aquacultuur en Visserij en de fa. Van Aarsen (Heel, Limburg), een producent van machinerie voor de productie van mengvoeders, zijn de mogelijkheden verkend om in Zeeland visvoer op basis van zagers te gaan produceren. Daarbij is gekeken naar de beschikbaarheid van (locale) alternatieven voor vismeel en visolie, een receptuur voor een visvoer op basis van zagers, en technieken voor de bereiding van een mengvoer.

Alternatieven voor vismeel zijn er in ruime mate, voor een deel ook uit de lokale verwerking van grondstoffen, zoals gluten en restproducten uit de schelpdierindustrie (mesheften, mosselen). Alternatieven voor visolie zijn ook bekend, maar deze zijn ofwel nog in ontwikkeling (transgene oliegewassen) of nog te duur voor commerciële toepassing (algenolie).

Uit de samenstelling van een receptuur blijkt de vervanging van de visoliecomponent, meer in het bijzonder de Omega-3 vetzuren uit vis, het belangrijkste knelpunt. Zagers kunnen visolie vervangen maar geschat werd dat daarvoor het aandeel van zagers in de drogestof van het voer 50% zou moeten bedragen. Deze schatting is evenwel met veel onzekerheid omgeven: het gehalte aan Omega-3 vetzuren in zagers is variabel en de behoefte aan dergelijke vetzuren is bij tong nog niet onderzocht.

Productie van visvoer op basis van zagers is in principe een simpel procédé, bestaande uit de volgende stappen: 1. malen van verse zagers tot een slurry, 2. menging van deze slurry met de overige droge rantsoencomponenten tot een pasta, 3. koude extrusie van de pasta tot strengen, 4. vorming van pellets uit deze strengen op een roterende plaat ('marumerizing') en indien gewenst 5. droging van de pellets. Deze werkwijze is experimenteel getest met een proefinstallatie aanwezig bij de fa. Van Aarsen. De geproduceerde pellets bleken een hoge waterstabiliteit te hebben en een grote aantrekkingskracht op tong. Eén van de knelpunten is het hoge vochtgehalte van zagers. Daardoor wordt het aandeel zagers met dit procédé beperkt tot maximaal 10% van de drogestof. Dit wordt bereikt bij een mengverhouding van 1 deel gemalen zagers en 2 delen droge ingrediënten. Een experiment uitgevoerd door IMARES laat zien dat een toevoeging van 10% zagerdrogestof aan een mengsel van plantaardige

eiwitten een belangrijke verbetering van de voederwaarde oplevert. De groeisnelheid van tong op een dergelijk voer blijft echter nog ver beneden de groei op een dieet van verse zagers.

Verhoging van het aandeel zagers in een mengvoer tot boven de 10% is mogelijk door ergens in het productieproces vocht te onttrekken. Dat kan: 1. door zagers vooraf te drogen, 2. door zagers vooraf middels zelfontleding te laten vervloeien en de ontstane vloeistof in te dampen.

Zagers verbeteren de gezondheid van tong

Tong gevoerd met gangbaar visvoer ontwikkelt de symptomen van bloedarmoede getuige een lage hematocriet en lage hemoglobinegehalten. Bij overschakeling op een dieet van zagers stijgt het hemoglobinegehalte van ca. 10 naar 40 g per liter in een periode van enkele weken. Uit parallel onderzoek van IMARES blijkt ook de darmgezondheid te verbeteren: op een dieet van zagers waren er minder pathogene bacteriën aanwezig dan bij voeding van gangbaar visvoer. Zagers zorgen dus niet alleen voor een hoge groeisnelheid van tong maar ook voor een goede gezondheid. Dit verklaart vermoedelijk ook de zeer geringe uitval onder dieren die lange tijd gevoerd worden met uitsluitend zagers: van de groep van 100 vissen die gedurende bijna 1 jaar als voer uitsluitend zagers kregen was de natuurlijke sterfte 0%.

Zagers onmisbaar als biologische onkruidbestrijders in zoutwatervijvers

Zagers zijn omnivoren: ze eten zowel plantaardig als dierlijk voedsel, levend en dood. Zonder de continue vraat van zagers hebben ondiepe zoutwatervijvers de neiging dicht te groeien met macro-algen (wieren). Een mengteelt van schelpdieren en zagers voorkomt dat schelpdieren verstikt raken door een ongecontroleerde groei van wier. Ook in vijvers die bedoeld zijn voor de productie van micro-algen dreigt het gevaar dat micro-algen verdrongen worden door macro-algen. Een mengteelt van micro-algen en zagers stabiliseert de algenteelt. De inzet van zagers is dus een vorm van biologische onkruidbestrijding. Het is niet zeker of deze vorm van wierbestrijding altijd afdoende is. Met name het wier *Chaetomorpha linum* (in de volksmond apenhaar of visdraad) kan zich in korte tijd ontwikkelen tot een plaag. Wanneer eenmaal een hoge biomassa aanwezig is, is de inzet van zagers zeker geen afdoende oplossing. Zagers zijn alleen effectief als ze vanaf het begin aanwezig zijn en elke spontane ontwikkeling van wier kunnen onderdrukken. Bovendien is een minimale dichtheid noodzakelijk.

Spontane migratie van zagers

Zagers brengen het grootste deel van hun leven door in U-vormige gangen in het sediment. Uit de literatuur is bekend dat zagers op sommige momenten massaal de waterkolom opzoeken en gaan zwermen. Dit gebeurt tijdens het voortplantingsseizoen maar ook daarbuiten. In dat laatste geval is het vermoedelijk gedrag gericht op het vinden van een meer geschikte leefplek. Uit waarnemingen in de vijvers van het proefbedrijf blijkt dat zagers al op heel jonge leeftijd (met een gewicht van 0.05 g) gaan zwermen vermoedelijk als reactie op hoge dichtheden. Hierbij verlaten de zagers 's nachts het sediment en begeven zich massaal de waterkolom in. Dit duidt op een proces van zelfdunning. Bij zelfdunning splitst de populatie zich in wijkers en blijvers. Wanneer pootvis uitgezet wordt in vijvers met zagerlarven kunnen deze voor een dunning zorgen. Op die manier krijgen de wijkers, die anders verloren gaan, een nuttige bestemming.

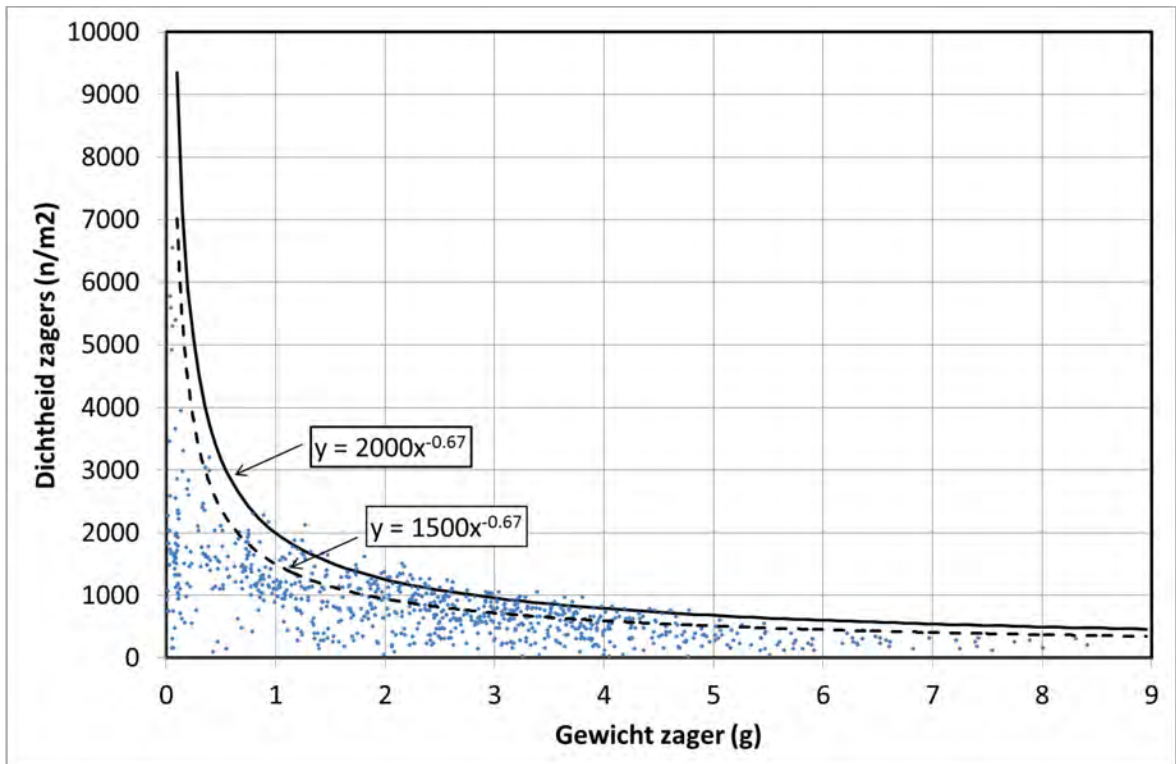
Voorafgaand aan het Proefproject Zeeuwse Tong werd in de zagervijvers van Topsy Baits een verband vastgesteld tussen het formaat zager en de dichtheid, een verband dat past bij de theorie van zelfdunning: in populaties van even oude individuen neemt de dichtheid exponentieel af volgens de relatie:

$$D = a * W^{-0.67}$$

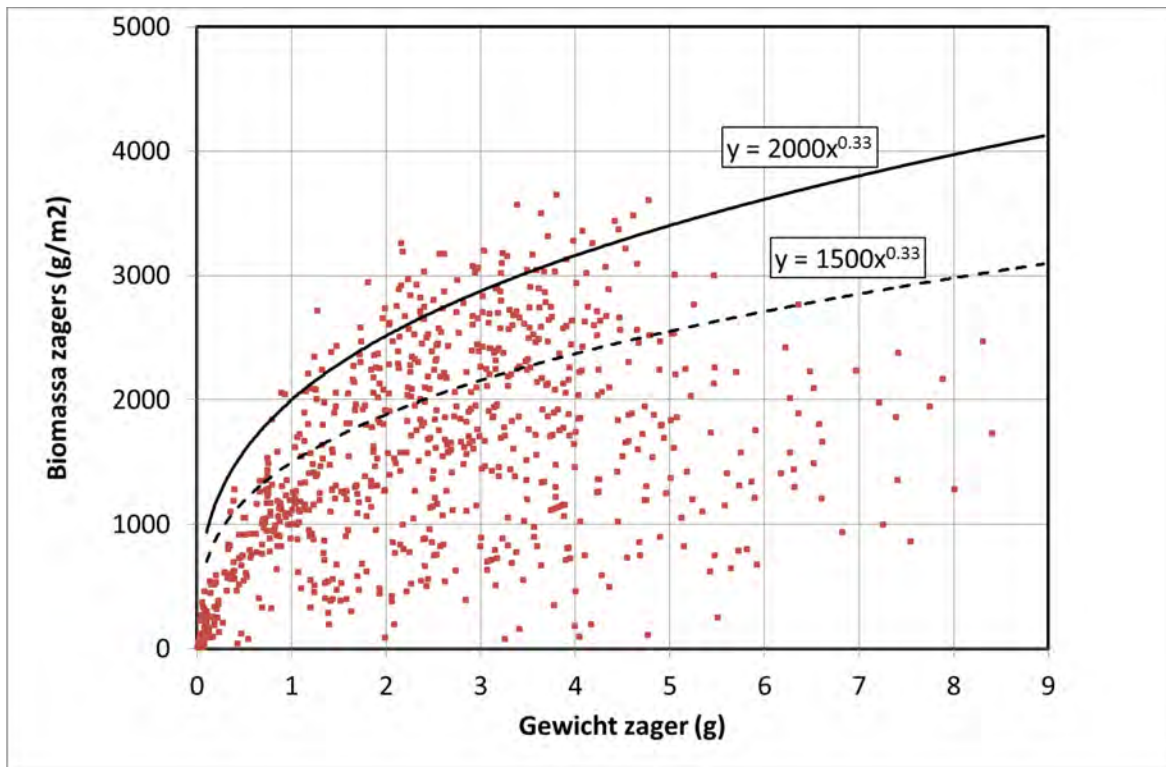
met D als dichtheid in aantallen per m² en W als gewicht van de zager in grammen. Voor de constante a werd een waarde van 1500 gevonden.

In de vijvers van het proefbedrijf zijn maandelijks van elke vijver met zagers monsters van het sediment genomen ter bepaling van de ontwikkeling van dichtheden en gewicht. In Figuur 8 zijn alle waarnemingen bij elkaar gebracht. De figuur toont tevens de allometrische relatie $D = a * W^{-0.67}$ met waarden van resp. 1500 en 2000 voor a .

De hoogste dichtheden aan zagers zijn toegepast in eerstejaars vijvers die met een dichtheid van 10.000 larven per m^2 werden ingezaaid. Hiervan werd bij de eerste bemonstering, ruwweg twee maanden later, hooguit de helft nog teruggevonden. Vóór dat moment was er al sprake van migratie en uitstroom van zagertjes met het effluent uit de vijver. Dit bleek uit de opvang van zagers in een zeef gemonteerd onder de uitstroom. De precieze omvang is niet vastgesteld, maar duidelijk is dat in bepaalde nachten grote aantallen zagers de waterkolom hebben opgezocht in een poging te migreren naar andere plekken.



*Figuur 8. Het verband tussen gewicht en dichtheid van zagers in de vijvers van het proefbedrijf. Individuele punten zijn waarnemingen van individuele monsters. De curven geven de relatie die overeenstemt met de theorie over zelfdunning met waarden van $a=1500$ en $a=2000$ in $D = a * W^{-0.67}$.*



Figuur 9. Het verband tussen individueel gewicht van zagers en de biomassa horend bij Figuur 8.

De reductie in dichtheden zoals Figuur 8 die laat zien, zal verschillende oorzaken hebben, waaronder zelfdunning, maar ook dunning door aanwezige vissen. Voor een optimaal gebruik van de hoge initiële dichtheden in zagerpopulaties moeten deze afgeroomd worden om bijvoorbeeld andere vijvers in te zaaien, of om tong mee te laten groeien.

Het moment waarop en de omvang waarin spontane migratie optreedt, valt nu niet te voorspellen. Evenmin is bekend hoe dit gedrag geïnduceerd kan worden. Wanneer migratie van zagers uitgelokt kan worden, kunnen zagers uit de waterkolom geogst worden. Dit zou de kweek van zagers aanzienlijk vereenvoudigen en de kostprijs drastisch verlagen.

Alternatief zagervoer en voederconversie

In vijvers groeien zagers op een dieet van algen en extern zagervoer. Het karpervoer van de fa. Coppens dat tot nu toe gebruikt wordt als zagervoer, kan vervangen worden door een voer op basis van plantaardige ingrediënten. Op die manier is het mogelijk een productieketen voor tong te ontwikkelen die volledig vrij is van het gebruik van vismeel en visolie. Voor een goed alternatief zagervoer is een voldoende hoog eiwitgehalte en een korrelstructuur van belang. Dit bleek uit een vergelijkende voederproef met een zagervoer op basis van een restproduct van de fa. Zeelandia. Dit restproduct werd in drie verschillende vormen verstrekt: als meel, en als pellet met een diameter van resp. 2 en 6 mm.

Details van de voederproef: Biomassa zagers bij start: 1000 g per bak van 1 m²; aantal: 276 per bak; individueel gewicht 3.6 g. Duur experiment: 55 dagen, voergift per dag per bak: 10 g; totale voergift 550 g per bak.

Het beste resultaat, de 2 mm pellets, leverde een groeisnelheid op van 68% van de groei op het karpervoer van Coppens. De geringere groei is waarschijnlijk het gevolg van een veel lager eiwitgehalte van het restproduct (24% van de drogestof) vergeleken met het karpervoer (40% van de drogestof). De wormen op de 2 mm pellet van

Zeelandia hadden aan het eind van de proef een wat lager eiwitgehalte dan de wormen op het Coppens voer (60 vs. 64%) en een verhoogd gehalte aan niet-eiwit en niet vet organische stof (18 vs. 15%).

Tabel 4. Samenstelling van zagervoeders in een vergelijkende voederproef.

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

Tabel 5. Groei van zagers op verschillende voeders.

Verandering in biomassa zagers				
	gewicht start (gram per bak)	gewicht einde (gram per bak)	groei (gram per bak)	rel. groei (%)
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

De voederconversie op het voer van Coppens bedroeg 1.34 g voer per g groei van zagers. Dit is erg ongunstig vergeleken bij de voederconversie gemeten in de vijvers. Mogelijk houdt dit verband met het grote formaat van de zagers in dit experiment en het relatief lage voederniveau.

Hoge voederbenutting in eerstejaars zagervijvers

Tabel 6 geeft een overzicht van de productie van zagers en vis en de voederconversie gemeten in vier opeenvolgende seizoenen op het proefbedrijf. De data zijn opgesplitst in gegevens afkomstig van eerstejaars en tweedejaars zagervijvers.

De voederconversie is berekend uit de totale voergift, de gemeten toename van de zagerbiomassa en de visproductie. Per kg geproduceerde vis is een behoefte aan 5 kg zagers verondersteld.

In eerstejaars zagervijvers was de voederconversie (FCR) gemiddeld 0.36 met een variatie tussen 0.27 en 0.53 (g zagervoer per g totale zagerproductie). In tweedejaars zagervijvers bedroeg de voederconversie gemiddeld 0.83 met een variatie tussen 0.54 en 1.33. De variatie in tweedejaarszagervijvers is groter door meetfouten in de biomassa aan begin en einde van het seizoen: voor eerstejaars zagervijvers is de biomassa aan het begin nagenoeg nul. De voederconversie voor eerstejaars vijvers komt overeen met de conversie gemeten in een bakkenproef door Kals *et al.* (2009) bij vergelijkbare (lage) voedergiften (Figuur 10). Figuur laat ook zien dat de voergift en daarmee de productie aan zagers in de vijvers in theorie nog fors opgevoerd zou kunnen worden.

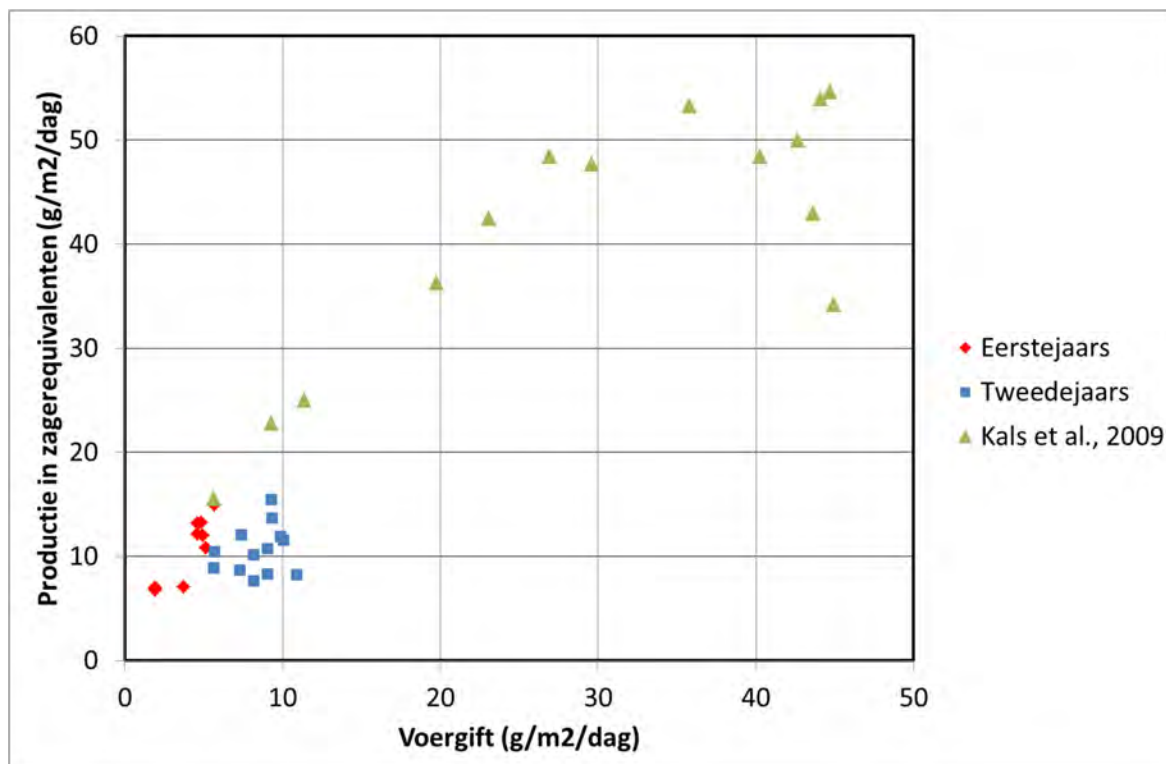
De ongunstigere voederconversie in tweedejaars vijvers heeft vermoedelijk meerdere oorzaken, t.w. het effect van een hoger individueel zagergewicht, verstoring van groei van zagers door de aanwezigheid van vissen, meer voerverlies door consumptie van voer door andere organismen.

De potentiële opbrengst van zagers en tong

De opbrengst van zagers uit een vijver is het product van dichtheid en individueel gewicht. Daarbij moeten we rekening houden met de grenzen opgelegd door dichtheidsafhankelijke dunning. Zoals Figuur 9 toont, levert een groei van individuele zagers van 1 naar 5 g niet noodzakelijkerwijs een 5 maal hogere biomassa. Wanneer er bij een gewicht van 1 g per worm al 2 kg zagers aanwezig is, zal dat bij een gewicht van 5 g hooguit 3.5 kg zagers zijn.

Door continue dunning kan de productie van een zagervijver op papier flink opgevoerd worden mits ook voldoende voer gegeven wordt. In vooronderzoek bleek een zagerpopulatie met een biomassa van 1.5 kg per m² in één maand tijds de biomassa te kunnen verdubbelen. Dat betekent een productie van 1.5 kg per m² in één maand. Uitgaande van een groeiseizoen van 6 maanden zou dus een jaaropbrengst van 9 kg per m² mogelijk zijn. De ervaring van het Proefbedrijf leert echter dat in de praktijk het risico van veronkruiding van de vijvers door wiergroei toeneemt naarmate de voergift aan zagers hoger is. Zagers geven in dat geval de voorkeur aan het gemakkelijk opneembare zagervoer en laten het wier ongemoeid.

Om ongecontroleerde wiergroei te voorkómen, zal de voergift aan zagers, en daarmee de zageropbrengst, in de praktijk lager liggen dan theoretisch haalbaar. De kritische grens aan de voergift is nog niet goed bekend, maar ligt vermoedelijk rond 15 g per m² per dag ofwel 3 kg per m² per seizoen. Uitgaande van een gemeten voederconversie van 0.36 in eerstejaarsvijvers en 0.83 in tweedejaars zagervijvers is hiermee een zagerproductie mogelijk van 4-8 kg per m² per seizoen. Dit is in theorie voldoende voor een opbrengst aan zagers van 1.5 kg per m² + een opbrengst aan tong van 0.4 – 1.4 kg per m² per seizoen. Vergelijking van dit opbrengstniveau met de gerealiseerde visproductie maakt duidelijk dat er nog ruimte is voor verhoging van de productie.



Figuur 10. Verband tussen de voergift en de productie van zagers in eerste- en tweedejaars vijvers van het proefbedrijf, vergeleken met data van een bakkenproef door Kals et al., (2009).

Tabel 6. *Overzicht van de voergift, productie van zagers en vis, en de voederconversie (FCR: g zager/voer per g totale zagerproductie) in eerste- en tweedejaarsvijvers van het proefbedrijf gedurende vier opeenvolgende jaren. De bijgroei van vis is omgerekend in zagerequivalenten onder de aanname dat voor de productie van 1 kg tong 5 kg zagers nodig zijn.*

Jaar	Vijver	Leeftijd	PERIODE TUSSEN EERSTE EN LAATSTE BEMONSTERING		Tot. voergift (g/m ²)	Gem. voergift (g/m ² /dag)	Zagerbiom. Begin (g/m ²)	Zagerbiom. Einde (g/m ²)	Zagerbijgroei (g/m ²)	Zagerbijgroei (g/m ² /dag)	Visbijgroei (g/m ²)	Zagerequiv. (g/m ²)	Tot. zagerproductie (g/m ²)	Tot. zagerproductie (g/m ² /dag)	FCR
			Datum Begin	Datum Einde											
2010	6	1	15-5-2010	27-10-2010	165	763	0	2007	2007	12	0	0	2007	12.2	0.38
2010	12	1	15-5-2010	27-10-2010	165	763	0	2167	2167	13	0	0	2167	13.1	0.35
2011	1	1	15-4-2011	29-9-2011	167	320	0	1155	1155	7	0	0	1155	6.9	0.28
2011	4	1	15-4-2011	29-9-2011	167	320	0	1166	1166	7	0	0	1166	7.0	0.27
2011	7	1	15-4-2011	29-9-2011	167	320	0	1164	1164	7	0	0	1164	7.0	0.27
2011	10	1	15-4-2011	29-9-2011	167	320	0	1132	1132	7	0	0	1132	6.8	0.28
2012	3	1	24-4-2012	1-10-2012	160	820	0	1736	1736	11	0	0	1736	10.8	0.47
2012	6	1	2-5-2012	1-10-2012	152	860	0	1522	1522	10	150	750	2272	14.9	0.38
2012	9	1	24-4-2012	1-10-2012	160	795	0	1793	1793	11	25	125	1918	12.0	0.41
2012	12	1	2-5-2012	1-10-2012	152	735	0	1264	1264	8	150	750	2014	13.3	0.36
2013	10	1	26-4-2013	8-10-2013	165	617	0	485	485	3	137	683	1168	7.1	0.53
2010	1	2	19-5-2010	27-10-2010	161	906	400	1828	1428	9	0	0	1428	8.9	0.63
2010	4	2	13-6-2010	27-10-2010	136	1268	2150	2362	212	2	330	1650	1862	13.7	0.68
2010	7	2	20-5-2010	27-10-2010	160	906	400	2073	1673	10	0	0	1673	10.5	0.54
2010	10	2	13-6-2010	27-10-2010	136	1263	2150	2396	246	2	372	1860	2106	15.5	0.60
2012	1	2	22-3-2012	1-10-2012	193	1747	966	2055	1089	6	102	509	1598	8.3	1.09
2012	4	2	4-4-2012	11-9-2012	160	1577	1030	2513	1483	9	84	420	1903	11.9	0.83
2012	7	2	22-3-2012	1-10-2012	193	1747	1217	2707	1490	8	116	578	2068	10.7	0.84
2012	10	2	5-4-2012	3-9-2012	151	1517	982	2354	1372	9	74	372	1744	11.5	0.87
2013	3W	2	16-4-2013	1-10-2013	168	1239	1359	2432	1073	6	192	959	2032	12.1	0.61
2013	3O	2	16-4-2013	8-10-2013	175	1279	1464	2271	807	5	142	712	1519	8.7	0.84
2013	6	2	15-4-2013	3-10-2013	171	1395	1304	1900	596	3	228	1141	1737	10.2	0.80
2013	9	2	16-4-2013	3-10-2013	170	1852	1697	1520	-177	-1	315	1573	1396	8.2	1.33
2013	12	2	15-4-2013	3-10-2013	171	1392	1564	1952	388	2	183	913	1301	7.6	1.07

5. De kweek van tapijtschelpen

Snelle groei haalbaar maar nog veel variatie

Zagervijvers produceren als nevenproduct micro-algen. Deze micro-algen vormen een voedselbron voor tapijtschelpen, platte en Japanse oesters. Een mengteelt van zagers en schelpdieren verhoogt daarmee de geldelijke opbrengst van een zagervijver. De groeisnelheid en opbrengst van schelpen in gemengde vijvers vertoont nog grote verschillen.

Het proefbedrijf heeft geëxperimenteerd met twee soorten tapijtschelpen: de Aziatische Tapijtschelp (*Ruditapes philippinarum*) en de Geruite Tapijtschelp (*R. decussatus*). Eerstgenoemde is wereldwijd de meest gekweekte soort en de meeste data zijn van deze soort verzameld.

Tapijtschelpen zijn steeds in combinatie met zagerlarven uitgezaaid. Deze combinatie heeft voordelen zoals reeds genoemd: het voordeel van twee opbrengsten uit één vijver en de onderdrukking van wiergroei. Aanvankelijk zijn daarbij zaaidichtheden van 1000 schelpjes per m² toegepast. Aangezien de groei tegenviel, is de zaaidichtheid geleidelijk verminderd tot 250 schelpjes per m².

Figuur 11 geeft een beeld van groeicurven van tapijtschelpen in vijvers met verschillende zaaidichtheden. Ter vergelijking zijn twee groeicurven toegevoegd: één van de potentiële groei volgens onderzoek van Solidoro *et al.* (2000), en één van schelpen die in emmers op het zand van vijver 1 gekweekt werden.

Conclusies die hieruit volgen zijn:

1. De gemeten groei in emmers met een aanbod van spontaan gegroeide algen komt overeen met de potentiële groei.
2. De gemeten groei van tapijtschelpen in het sediment van de vijvers ligt lager tot zeer veel lager; dit duidt op een negatief effect van dichtheid op de groei (zie Figuur 12).

Een dichtheid van 250 per m² is de bovengrens die onderzoekers van IFREMER voor de kweek van tapijtschelpen adviseren (IFREMER, 1988). Zij brengen dit in verband met onderdrukking van de algengroei bij hogere zaaidichtheden. In de vijvers van het proefbedrijf lijkt er echter eerder sprake van uitputting van algen in de grenslaag (benthic boundary layer) net boven het sediment. Dit leiden we af uit de spectaculair veel betere groei hoger in de waterkolom (c.q. de groei in emmers op 30 cm boven het sediment). Ook de ruimtelijke verschillen in groei van schelpen binnen een vijver ondersteunen deze gedachte (zie Figuur 13): schelpen die zich in de uitstroom van de airlifts bevinden, blijken veel harder te groeien dan schelpen op plekken met veel minder verticale verstoring van de waterkolom. Opmerkelijk is dat de verschillen in groeisnelheid ook lijken samen te hangen met de aanwezigheid van zagers: hoe hoger de dichtheid van zagers in de vijver, des te zwaarder de schelpen (Figuur 14). Een mogelijke verklaring kan zijn dat zagers door middel van de ventilatie van hun gangen bijdragen aan de verstoring van de grenslaag.

Dat uitputting van de 'benthic boundary layer' op kan treden en oorzaak kan zijn van tegenvallende groei, wordt ook bevestigd door de modelberekeningen van IMARES (Smaal *et al.*, 2013). Als deze verklaring juist is, dan moet door een betere verticale menging van de waterkolom de groei versneld kunnen worden.

Een grote variatie als gevolg van verschillen in uitgangsformaat

Figuur 15 laat de variatie tussen individuele schelpen zien in verschillende vijvers naarmate de kweek vordert. In vijvers is de variatie heel groot, in de emmers op het sediment beduidend geringer. Dit laatste is een gevolg van een scherpere selectie op het formaat van het broed. Maar zelfs met een betrekkelijk kleine variatie in lengte aan het begin kan de variatie in gewicht aan het eind van het seizoen aanzienlijk zijn. De verklaring is dat op elk moment een verschil in gewicht ruwweg drie keer groter is dan een verschil in lengte, aangezien het gewicht varieert met de

derde macht van de lengte (Figuur 16). Zo kan met een sortering van broed tussen 9 en 11 mm het eindgewicht bij een zelfde relatieve groeisnelheid verschillen tussen 7.1 en 13.7 g per stuk bij een gemiddelde van 10 g (Figuur 17).

Verschillen in conditie?

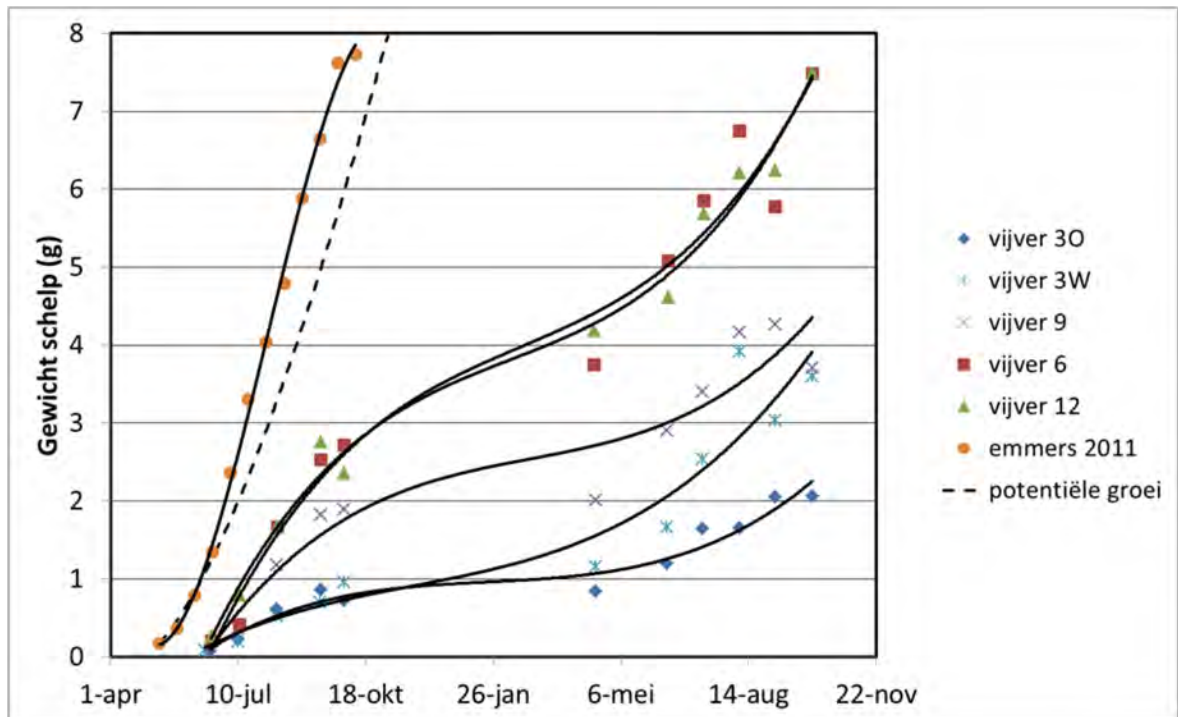
Figuur 18 en 19 tonen de relatie tussen schelpenlengte en schelpgewicht van resp. *R. decussatus* en *R. philippinarum*. Voor laatstgenoemde soort zijn de gegevens afkomstig van schelpen in de bodem van de vijver, en in de emmers op het sediment. Tevens is de relatie opgenomen die IFREMER (1988) hanteert. Afwijkingen van het gemiddelde verband tussen lengte en gewicht zouden volgens IFREMER duiden op verschillen in conditie van de schelpen. Afwijkingen naar beneden toe zouden op een verminderde conditie kunnen duiden, maar ook op een snelle groei en een relatief dunne schelp. Gezien de snelle groei van de schelpen in de emmers lijkt het aannemelijk dat dit gepaard is gegaan met een relatief dunne schelp en dus een lager schelpgewicht bij een gegeven schelpenlengte.

Verschillen tussen *R. philippinarum* en *R. decussatus*

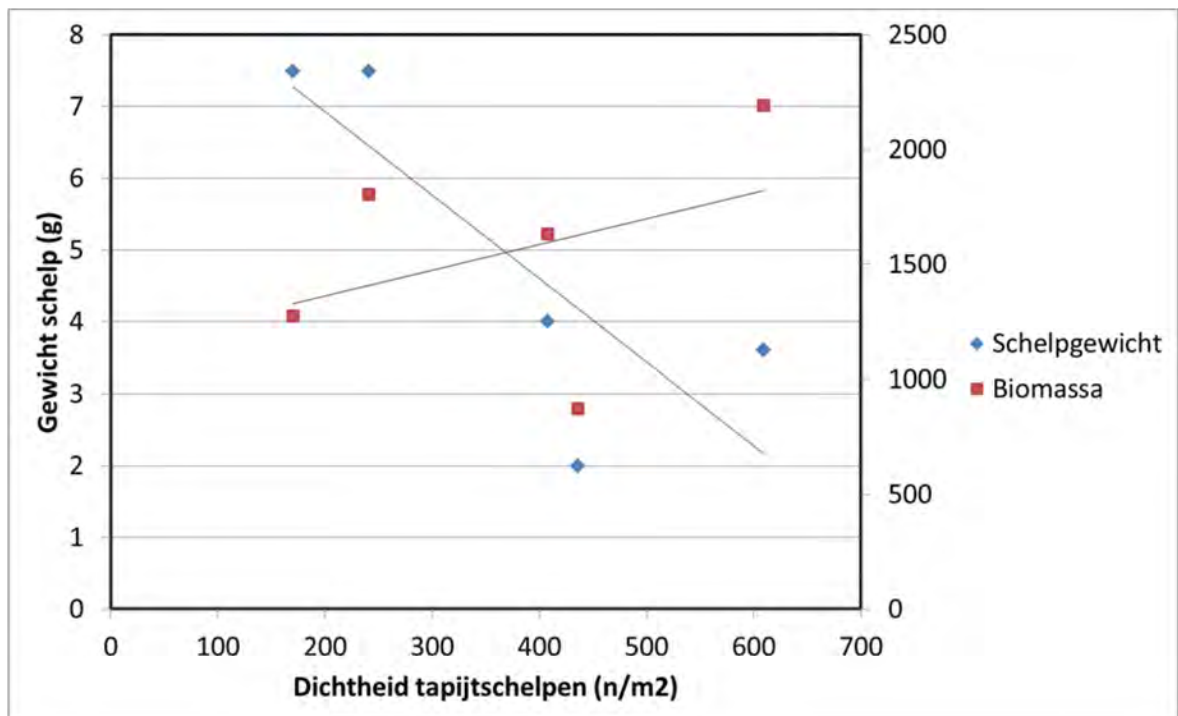
Hoewel de Aziatische tapijtschelp (in Spanje: *Almeja japonica*) wereldwijd de meest gekweekte soort is, is de inheemse soort *R. decussatus* (in Spanje: *Almeja fina*) met name in Zuid Europa veel hoger gewaardeerd; het prijsverschil tussen beide soorten kan gemakkelijk een factor twee of meer bedragen.

Helaas lijkt de groei van *R. decussatus* trager te verlopen in vergelijking met die van *R. philippinarum*. Figuur laat een vergelijking zien van beide soorten in een zelfde vijver in 2011.

Ondanks deze tragere groei werden er eind 2013 in sommige vijvers exemplaren van *R. decussatus* aangetroffen van 10 g en meer: de kweek in Zeeland is dus zeker mogelijk.



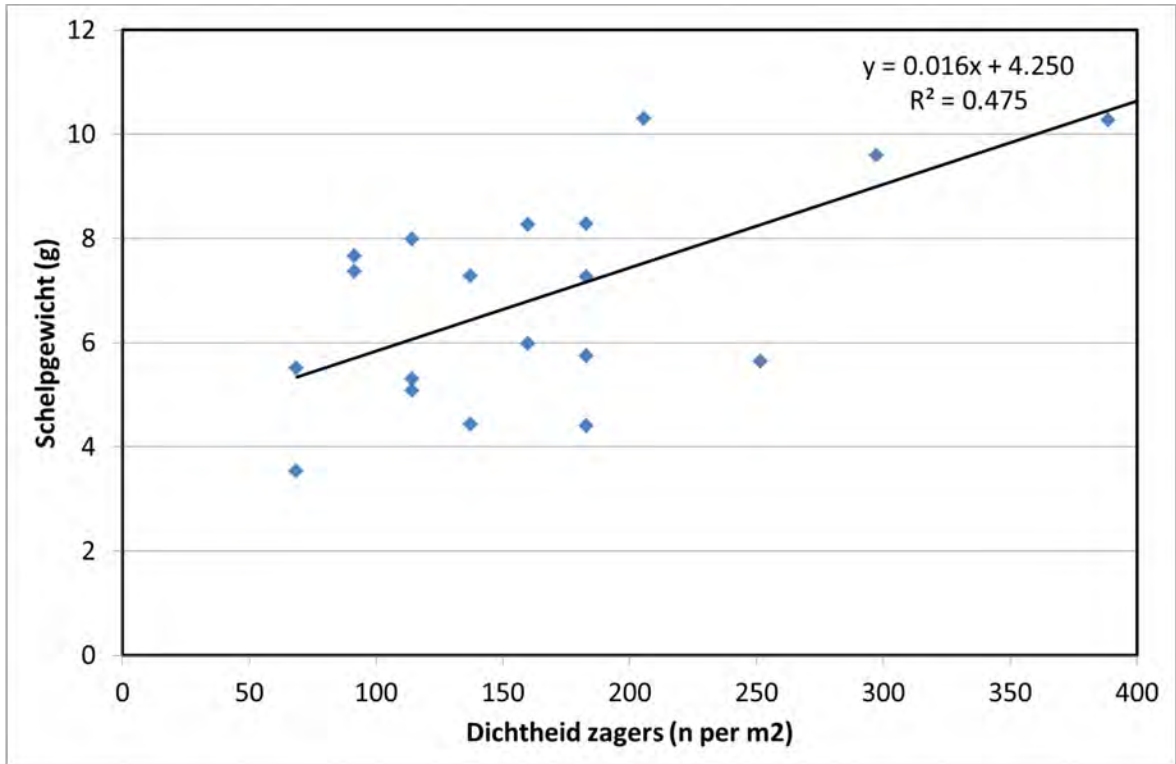
Figuur 11. Groei van tapijtschelpen in verschillende vijvers vergeleken met de groei in emmers op het sediment en met de potentiële groei volgens Solidoro et al. (2000).



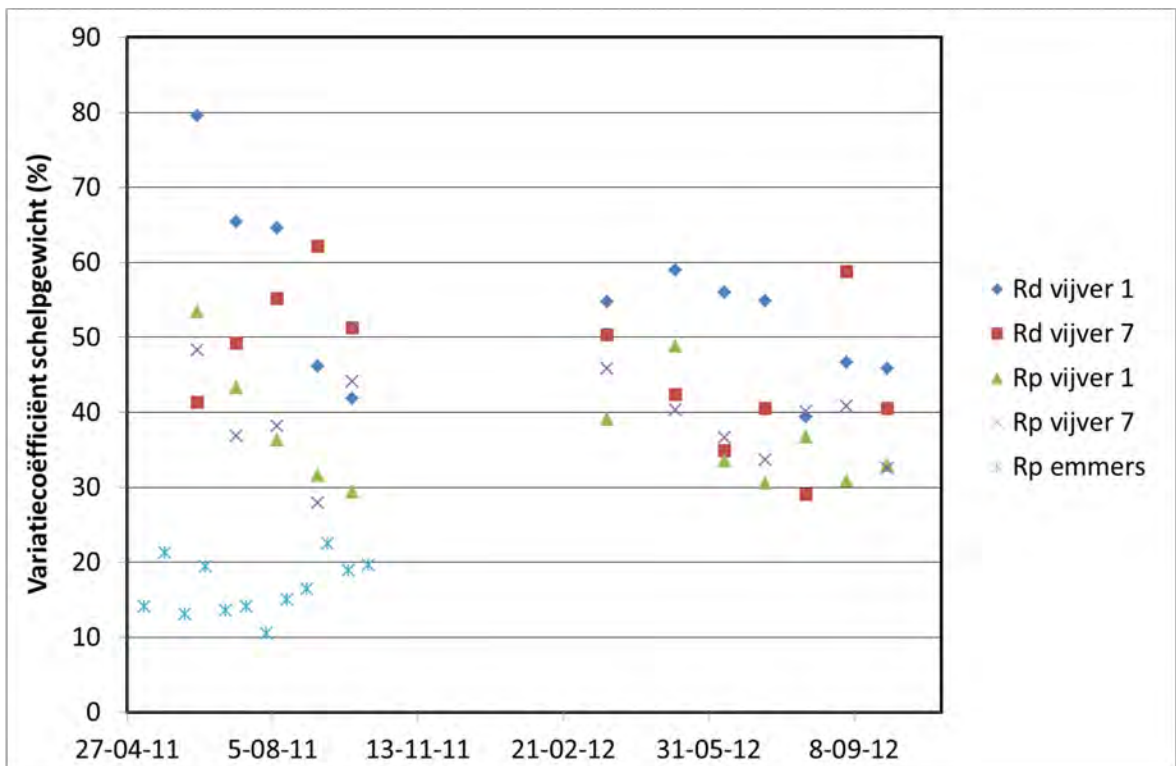
Figuur 12. Relatie tussen dichtheid van tapijtschelpen en het individueel schelpgewicht voor de vijvers uit Figuur 10.



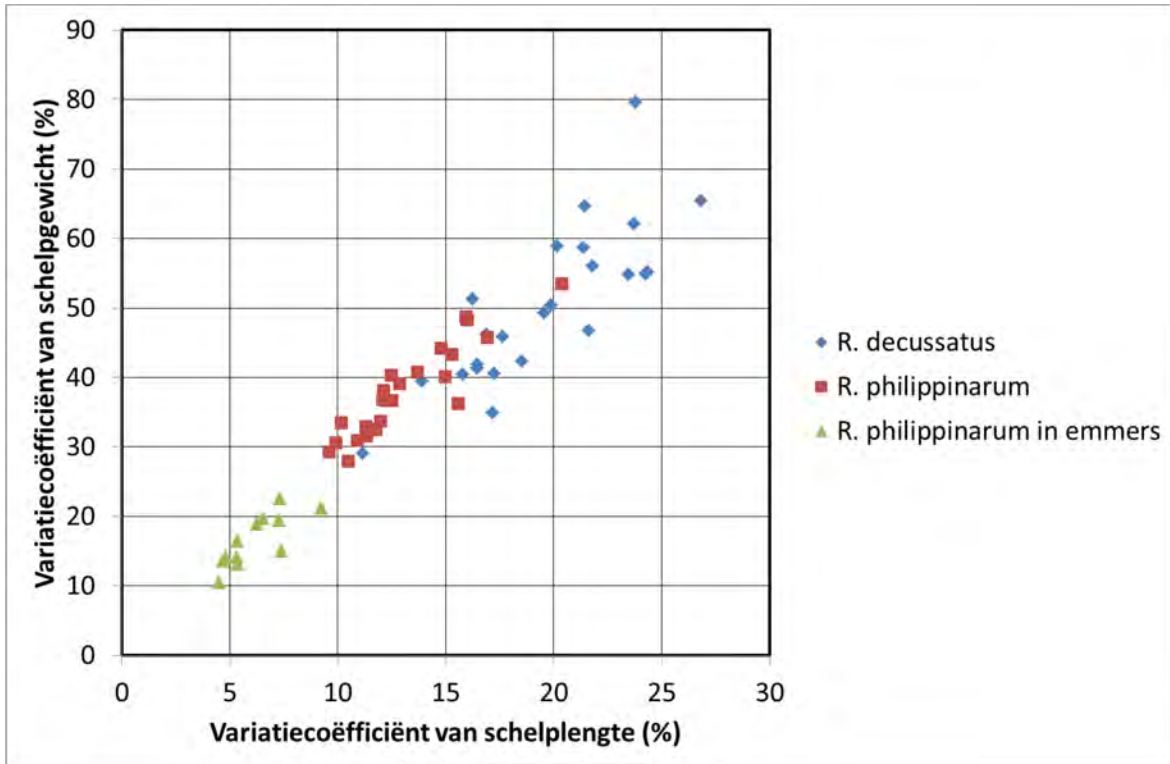
Figuur 13. Ruimtelijke variatie in groei van tapijtschelpen binnen een vijver. De getallen geven het individueel schelpgewicht op deze locatie in de vijver. Het gemiddeld schelpgewicht bedroeg 7.1 g.



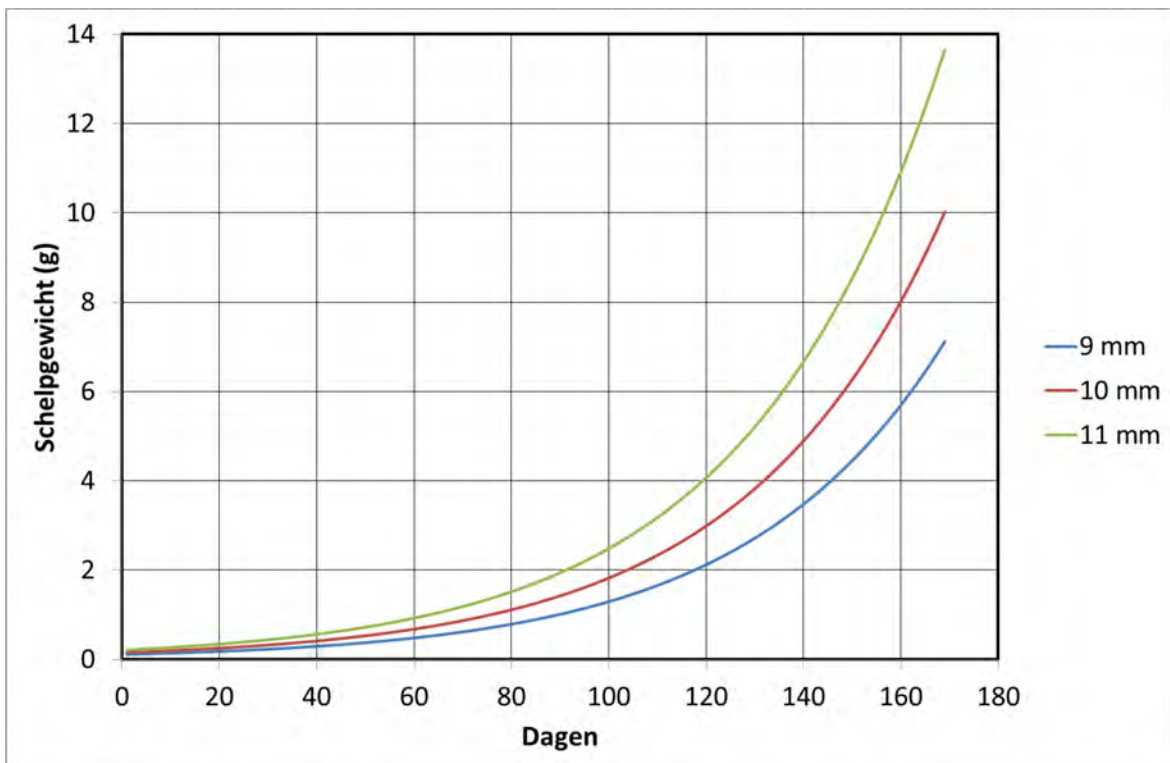
Figuur 14. Relatie tussen de lokale dichtheid van zagers en het individueel schelpgewicht voor monsterpunten in de vijver van Figuur 12.



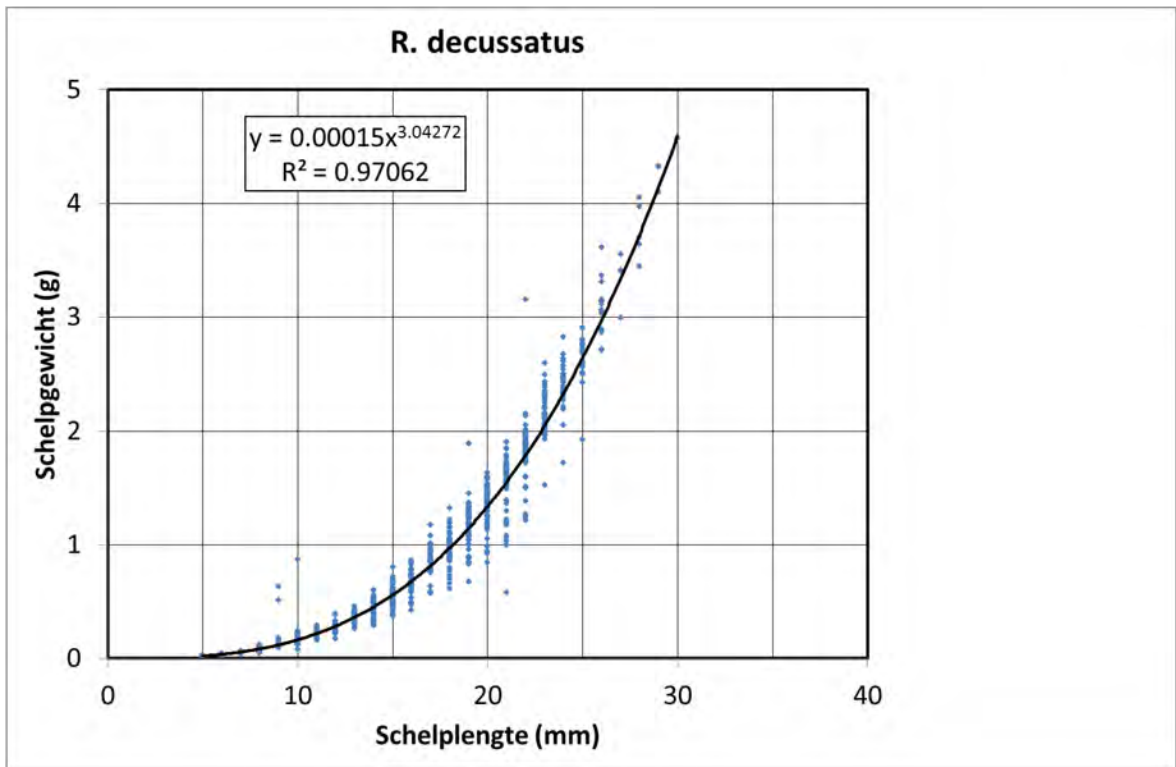
Figuur 15. Ontwikkeling van de variatie in individueel schelpgewicht voor tapijtschelpen in verschillende vijvers en in emmers op de vijverbodem van vijver 1.



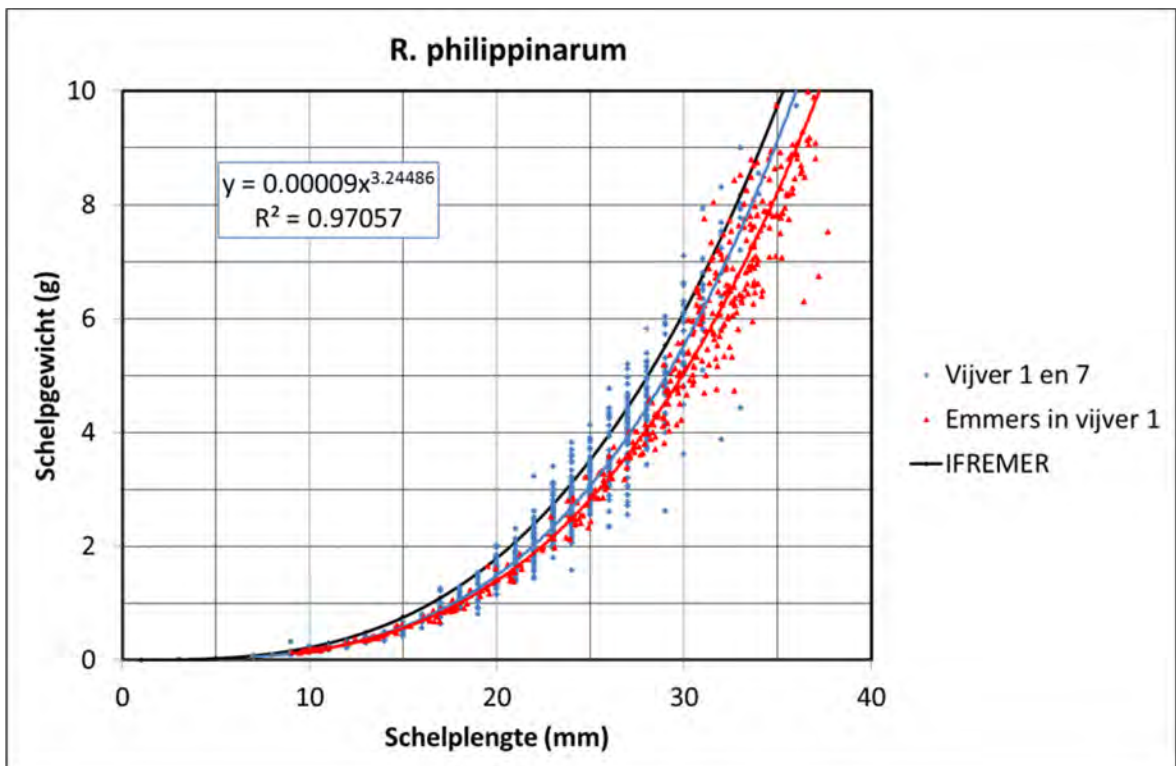
Figuur 16. Relatie tussen de variatiecoëfficiënt van de schelpenlengte en de variatiecoëfficiënt van het schelpgewicht.



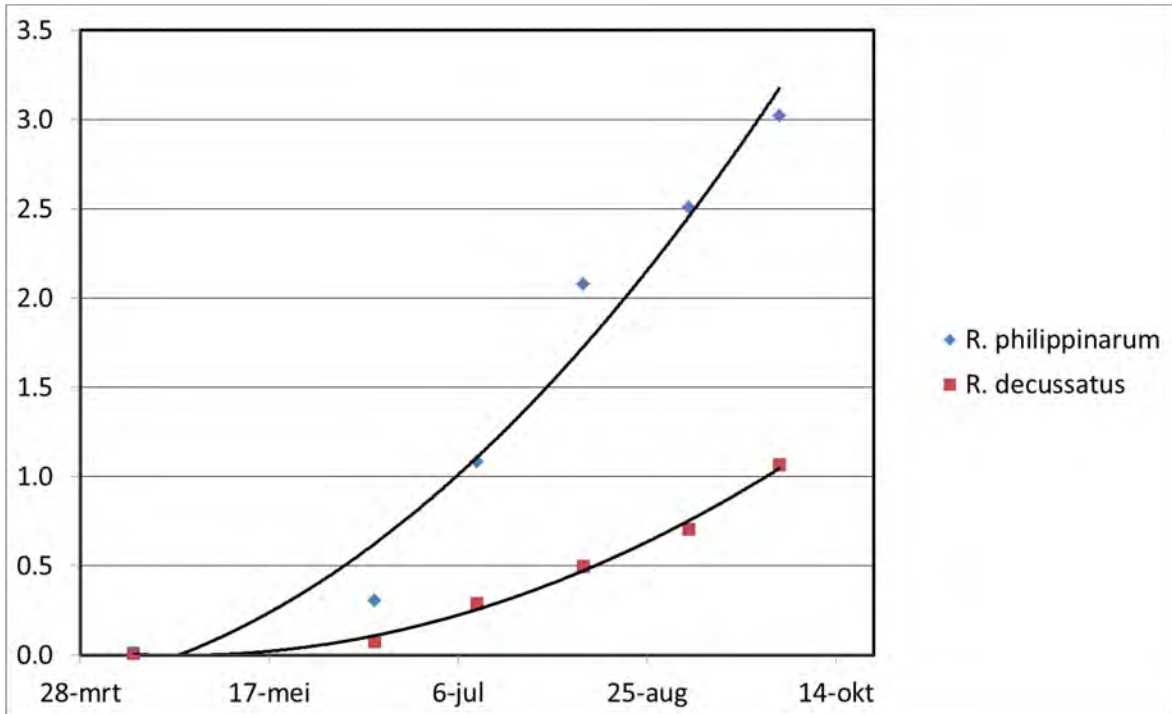
Figuur 17. Gesimuleerde groeicurven voor tapijtschelpen met een beginmaat van 9, 10 en 11 mm en een relatieve groeisnelheid van 2.5% per dag.



Figuur 18. Relatie tussen schelpenlengte en schelpgewicht voor de Geruite Tapijtschelp in de vijverbodem van vijver 1 en 7 en in emmers op het sediment van vijver 1.



Figuur 19. Relatie tussen schelpenlengte en schelpgewicht voor de Aziatische tapijtschelp in de vijverbodem van vijver 1 en 7 en in emmers op het sediment van vijver 1. De zwarte lijn geeft het verband volgens IFREMER (1988).



Figuur 20. Vergelijking van de groei van *R. philippinarum* en *R. decussatus* in dezelfde vijver in 2011.

6. De kweek van Japanse oesters

De kweek van oesters kan een alternatief zijn om de spontane algenbloei in zagervijvers te benutten. Waarnemingen aan de groei van Japanse oesters in een mandje in de ringsloot in 2010 lieten zien dat binnen één seizoen een gewichtstoename van 5 naar 40 g mogelijk is. Om dit resultaat te verifiëren werden in 2011 op drie verschillende plaatsen in de ringsloot in drievoud mandjes met oesters uitgehangen, t.w.:

1. Dichtbij het punt waar het water uit de ringsloot het proefbedrijf weer verlaat in een dichtheid van 200 oesters per mandje.
2. Op enige afstand bovenstrooms van (1), in dichtheden van 50, 200 en 400 oesters per mandje, en in visbakken op de bodem van de ringsloot.
3. In de uitstroom van een vijver met zagers en tapijtschelpen bovenstrooms van (2) in een dichtheid van 200 per mandje.

Figuur 21 toont de groeicurven, Figuur 22 de cumulatieve uitval. Oesters groeiden het beste in de uitstroom van een vijver met zagers en tapijtschelpen, en het slechts in de visbakken op de bodem van de ringsloot.

De uitval was het laagst (gemiddeld 14%) in de uitstroom van de vijver met zagers en tapijtschelpen, en het hoogst (gemiddeld 74%) benedenstrooms in de ringsloot. De uitval trad in een korte periode op en was vermoedelijk het gevolg van infectie met het oestervirus.

Voor de oesters in mandjes bleek er een correlatie tussen groei en uitval: hoe groter de gewichtstoename, des te geringer de cumulatieve uitval (Figuur 23). De metingen aan oesters in bakken op de bodem van de ringsloot weken af van dit verband en deden twifelen aan het causale karakter van een verband tussen groei en mortaliteit. Een mogelijke verklaring is als volgt:

1. De groei van oesters in mandjes neemt toe naarmate de concentratie van algen in het mandje hoger is.
2. De uitval neemt toe naarmate de concentratie van het virus in de mandjes hoger is.
3. De belangrijkste bron van besmetting is kruisbesmetting door zieke oesters in een mandje.

Factoren zoals een hogere verversing (bijv. aanwezig in de uitstroom van een vijver) en een lagere dichtheid van oesters zullen positief uitwerken op de concentratie van algen, en dus de groei bevorderen, en tegelijkertijd de uitval door het virus verminderen, en daarmee de overleving vergroten.

Om te testen of de verschillen in overleving gemeten in 2011 persistent zouden zijn, zijn de overlevende oesters van het experiment in 2011 in 2012 in mandjes met eenzelfde dichtheid (100 per mandje) op één locatie in de ringsloot doorgekweekt. Zoals Figuur 24 laat zien verdwenen de verschillen in uitval in 2012 volledig, zodanig dat na twee groeiseizoenen van alle oorspronkelijke batches nog slechts 20% in leven was.

Om te testen of mogelijk de aanwezigheid van zagers een positieve invloed uitoefent op groei en overleving van Japanse oesters, is in 2012 een nieuwe proef ingezet. Dit betrof een vergelijking tussen vijvers met en zonder zagers, de ringsloot, en een container die met inkomend Oosterscheldewater verversst werd. Figuur 25 en 26 tonen resp. de groei en cumulatieve mortaliteit.

De beste groei trad ditmaal op in de algenvijver. De op één na beste groei werd gemeten in de ringsloot maar dit ging gepaard met een cumulatieve uitval van meer dan 70%. De aanwezigheid van zagers heeft geen duidelijk beschermende invloed: in de zagervijver liep de uitval op tot meer dan de helft van de oesters die ingezet werden. Opvallend is opnieuw het korte tijdsbestek, ca. 2-3 weken, waarbinnen de uitval optreedt.

De uitkomsten van de proeven met Japanse oesters bieden geen basis voor een bedrijfszekere teelt. Voor een bedrijfszekere teelt is het noodzakelijk een oester te ontwikkelen die resistent of tolerant is voor infectie met het oestervirus.

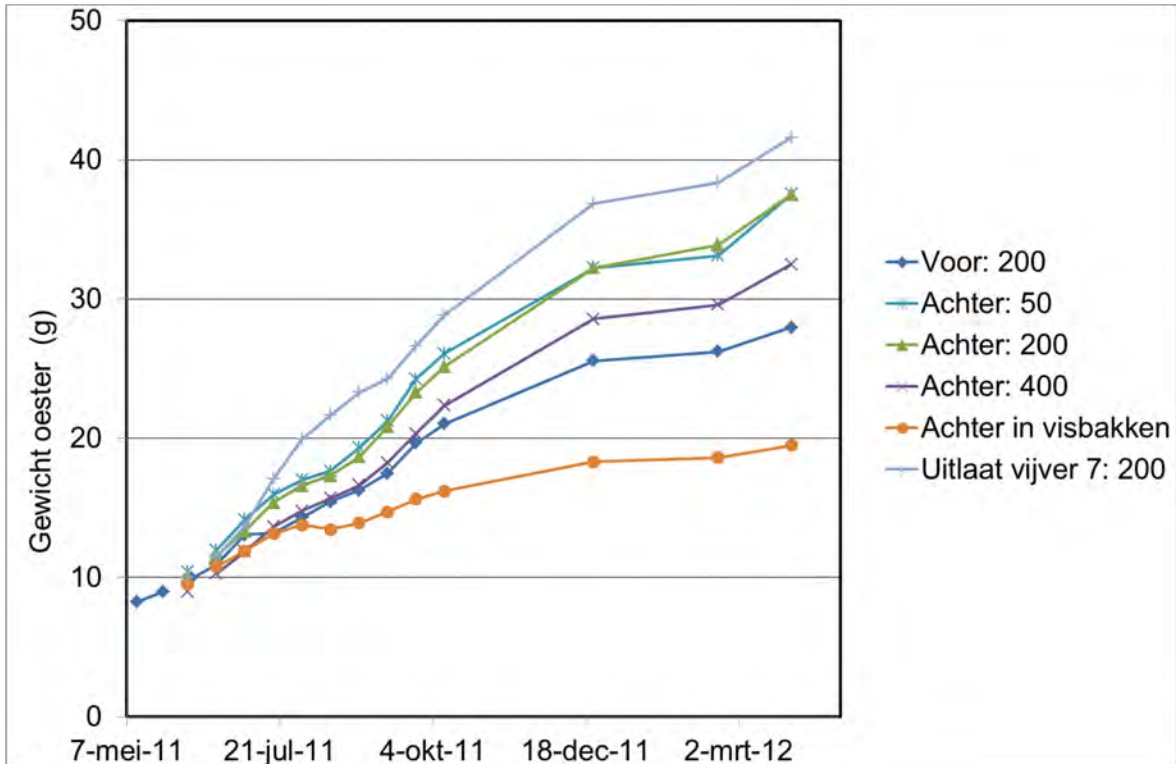
7. De kweek van platte oesters

Platte oesters zijn niet gevoelig voor het oestervirus. Om die reden is in 2013 geëxperimenteerd met de kweek van platte oesters. Mandjes met 200 platte oesters van gemiddeld 4 g werden ingehangen op de volgende locaties: de ringsloot, vier algenvijvers, twee vijvers met zagers en tapijtschelpen, en twee vijvers met zagers en vis.

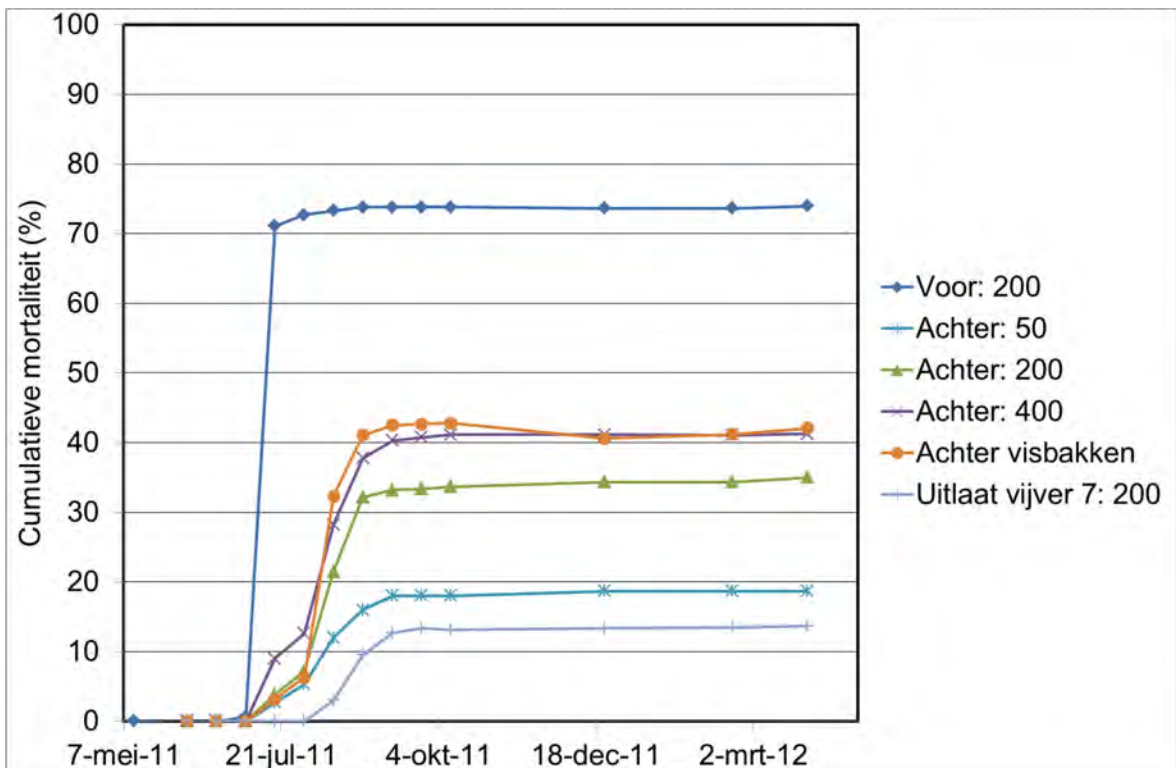
Figuur 27 toont de groei. De beste groei werd gemeten in de ringsloot.

Tussen 6 mei en 17 september 2013 bedroeg de uitval gemiddeld per locatie 1%.

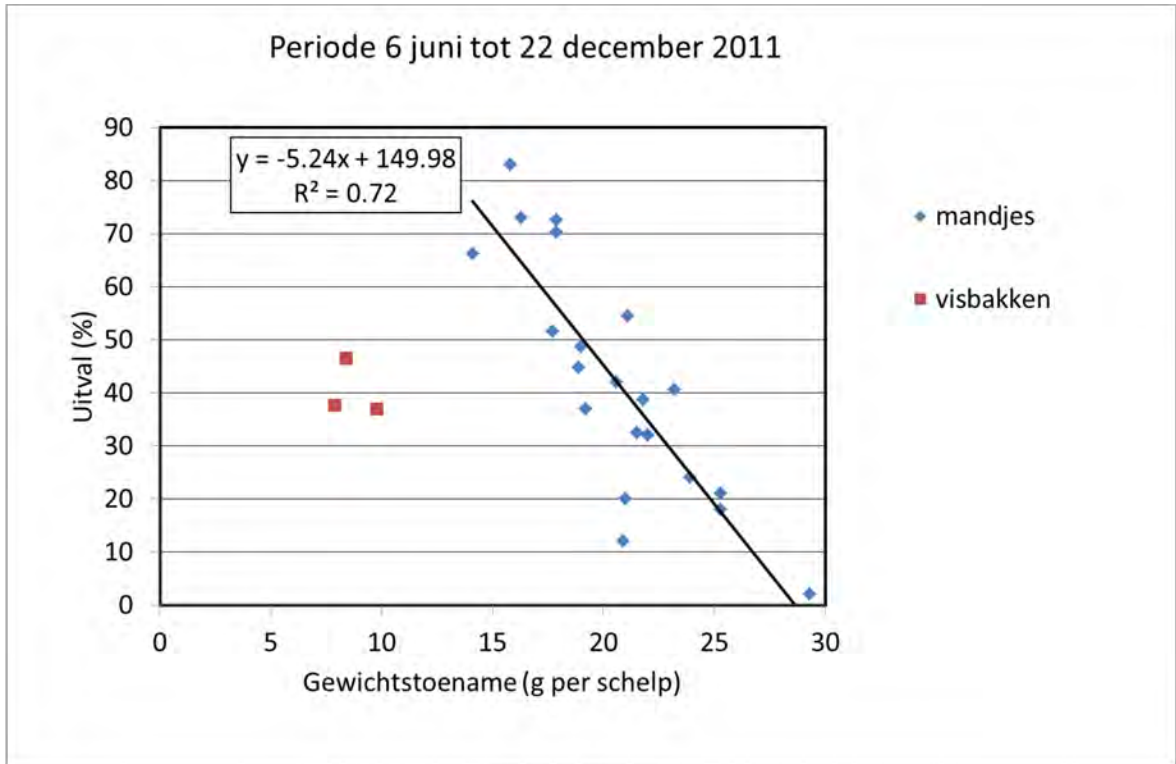
Vervolgmetingen aan groei en sterfte moeten uitwijzen of platte oesters een goede vervanger zijn voor Japanse oesters.



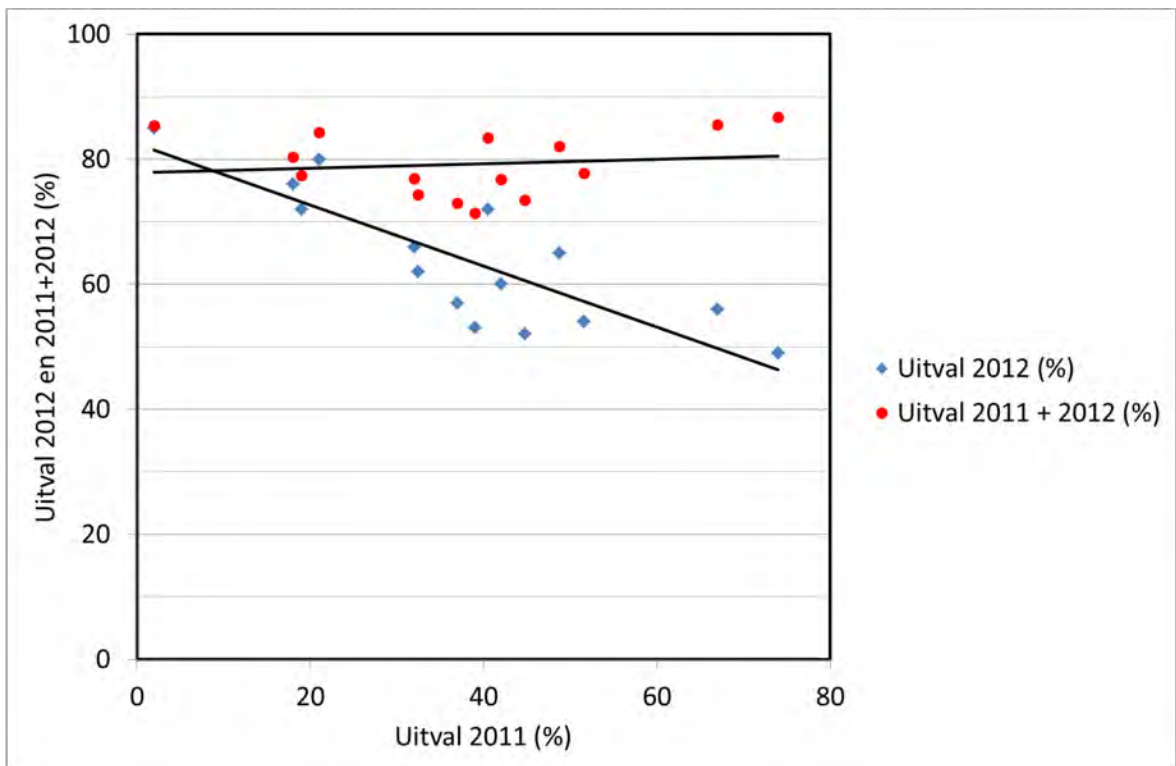
Figuur 21. Groei van Japanse oesters op verschillende plaatsen in de ringsloot bij verschillende dichtheden (50, 200, 400 oesters per mandje) en in visbakken op de bodem van de ringsloot in 2011-2012.



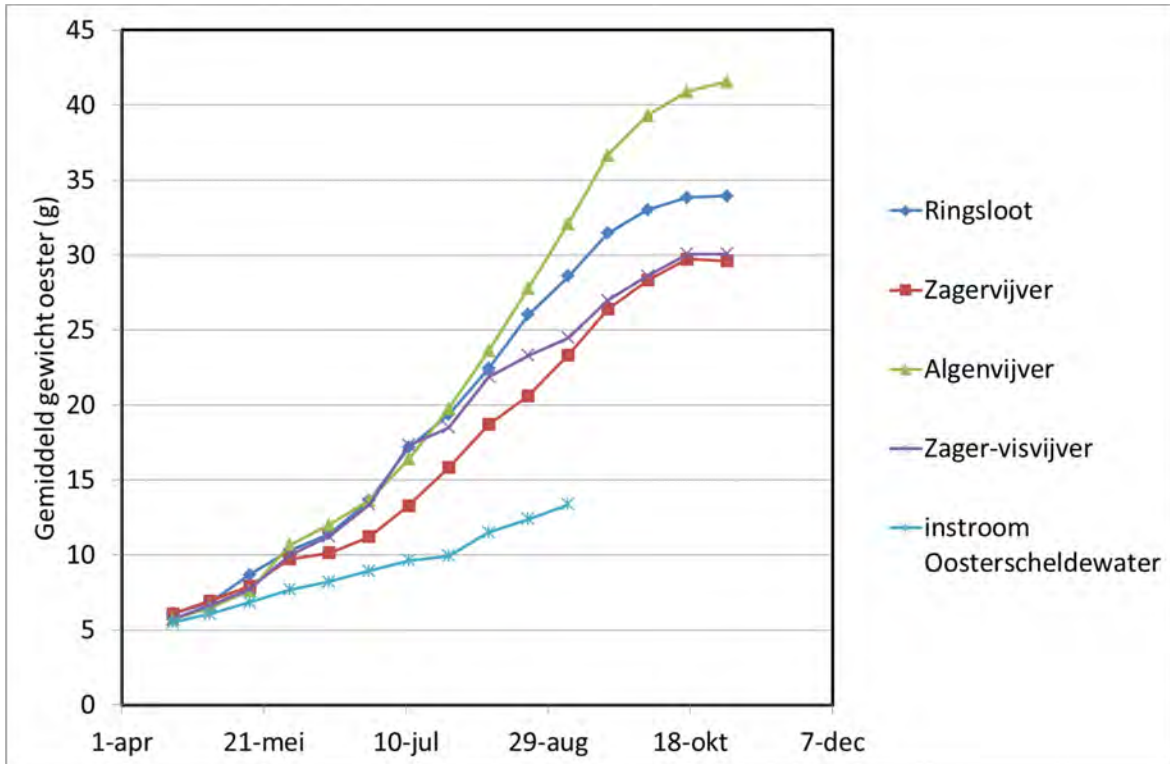
Figuur 22. Cumulatieve mortaliteit van Japanse oesters op verschillende plaatsen in de ringsloot bij verschillende dichtheden (50, 200, 400 oesters per mandje) en in visbakken op de bodem van de ringsloot in 2011-2012.



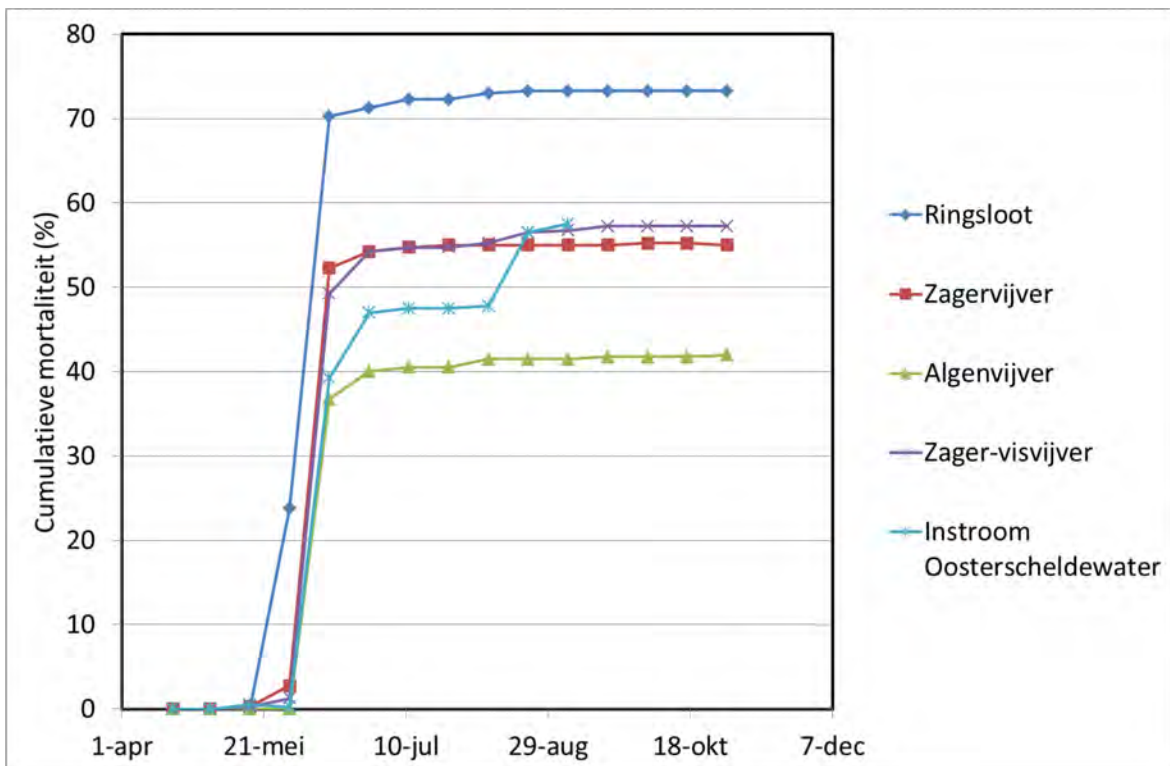
Figuur 23. Relatie tussen de gewichtstoename en de cumulatieve uitval voor de Japanse oesters uit Figuur 20 en 21.



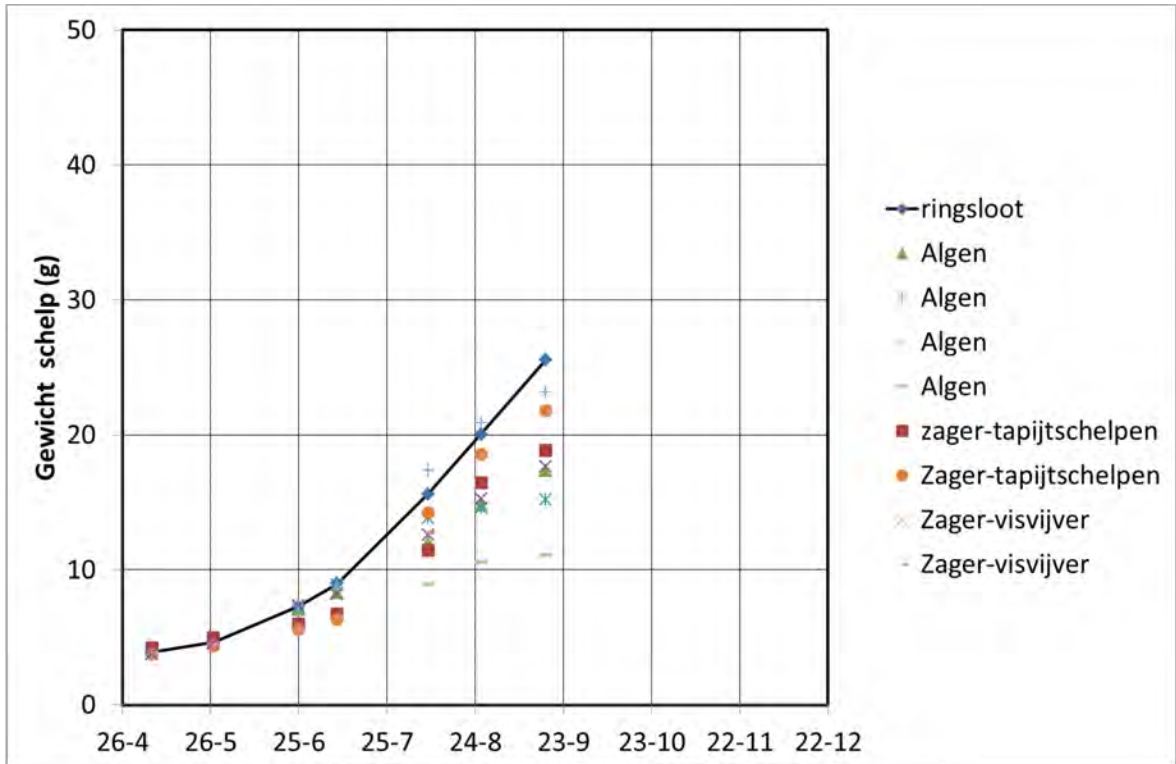
Figuur 24. Verband tussen de uitval onder Japanse oesters gemeten in 2011 en (1) de uitval onder de overlevende oesters in 2012, en (2) de totale uitval in de twee opeenvolgende jaren.



Figuur 25. Groei van Japanse oesters in de ringsloot, in verschillende vijvers en in een container met instroom van Oosterscheldewater in 2012.



Figuur 26. Cumulatieve mortaliteit van Japanse oesters in de ringsloot, in verschillende vijvers en in een container met instroom van Oosterscheldewater in 2012.



Figuur 27. Groei van platte oesters in de ringsloot en in verschillende vijvers van het proefbedrijf in 2013.

8. Een voorbeeld van een mengteelt van zagers, tapijtschelpen en tong

De Figuren 28 t/m 31 geven een voorbeeld van een mengteelt zoals getest op het proefbedrijf. De data zijn gemiddelde waarden van twee vijvers die een identieke behandeling ondergingen. Het betreft een tweejarig cyclus in de periode 2012-2013.

De teeltcyclus startte in de winter van 2011-2012 met het droogzetten van de vijvers om zoveel mogelijk potentiële predatoren af te doden. Eind april 2012 zijn de vijvers gevuld met water, en op 2 mei 2012 zijn in beide vijvers 10 miljoen zagerlarven uitgezaaid (10.000 per m²). Op 24 mei zijn aan beide vijvers 250.000 tapijtschelpjes toegevoegd (250 per m²). Op 18 en 19 juli zijn in beide vijvers 5000 stuks tong uitgezet. Dit waren visjes van gemiddeld 10 g per stuk, afkomstig van IMARES en bedoeld voor gebruik als pootvis in 2013.

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. Dat aantal is relatief laag. Een aanwijsbare oorzaak hiervoor is er niet. Op 30 mei is begonnen met het voeren van de zagers. In totaal is er tot de laatste bemonstering van de zagerpopulatie in 2012 800 kg voer per vijver gedoseerd.

In 2012 is de biomassa zagers toegenomen tot gemiddeld 1400 kg per vijver, terwijl de zagerdichtheid afgenomen is 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 eerstejaars zagervijvers. De verklaring hiervoor is dat een deel van de geproduceerde zagers door tong is geconsumeerd. Zoals in Figuur 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 in totaal 5000 dieren per vijver betreft, is er in 2012 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 0,37 te liggen, wat goed vergelijkbaar is met waarnemingen in eerstejaars zagervijvers zonder tong.

Op 16 april 2013 is het voeren van de zagers hervat en is er in totaal 1400 kg voer per vijver gedoseerd. De zagerdichtheid is gedurende het seizoen 2013 als gevolg van consumptie door de tong verder afgenomen tot ruim 300 per m² bij de laatste bemonstering. De zagerbiomassa daarentegen is toegenomen, evenals de spreiding in de metingen waardoor de eindbiomassa niet nauwkeurig vast te stellen is.

Ontwikkeling schelpdierpopulatie

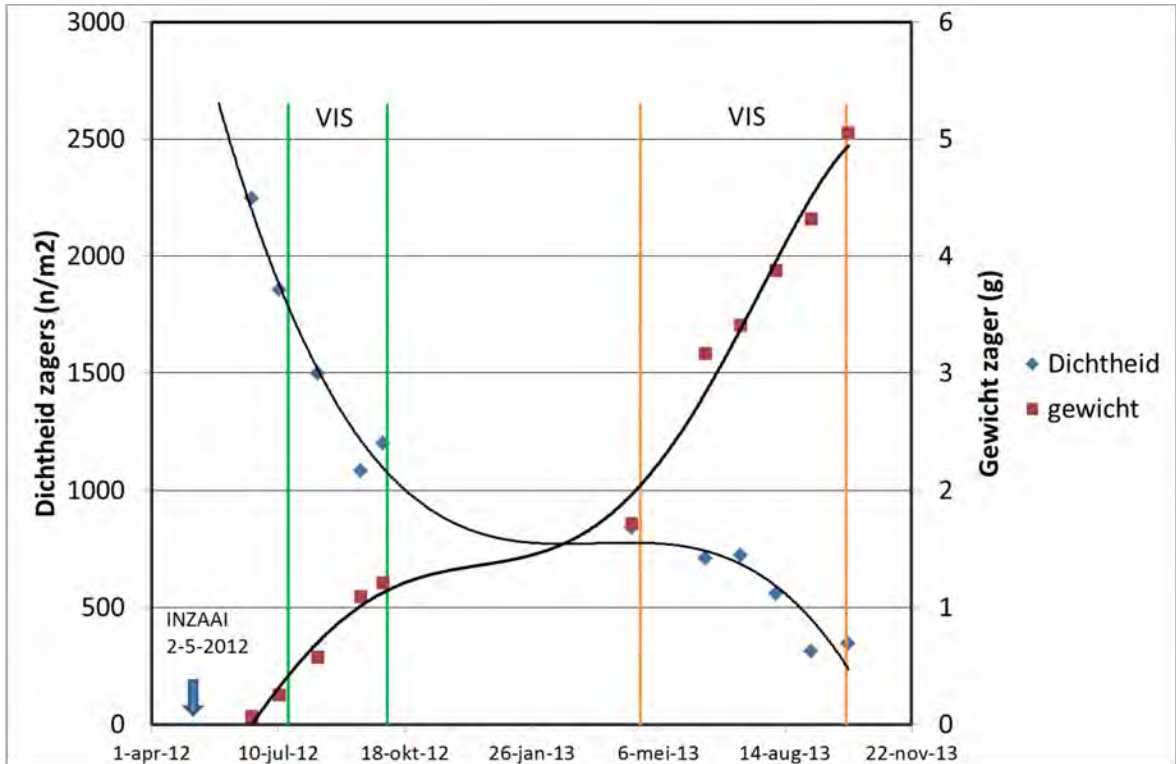
De tapijtschelpen in deze vijvers zijn in de twee jaren relatief voorspoedig gegroeid vermoedelijk omdat we gekozen hebben voor een lagere dichtheid (250 per m²) vergeleken met vorige jaren (500-1000 per m²). Begin oktober 2013 was het individueel gewicht 7,5 g en de biomassa 1500 kg per vijver. Toch blijft de groei nog ver achter bij de potentiële groei (zie Figuur 11). De dichtheid is gedurende de twee jaren op een gemiddeld niveau van 200 per m² gebleven. Er zijn dus geen aanwijzingen voor veel uitval hoewel de gemeten dichtheid in de vijver lager ligt dan de voorgenomen zaaidichtheid.

Ontwikkeling tongpopulatie

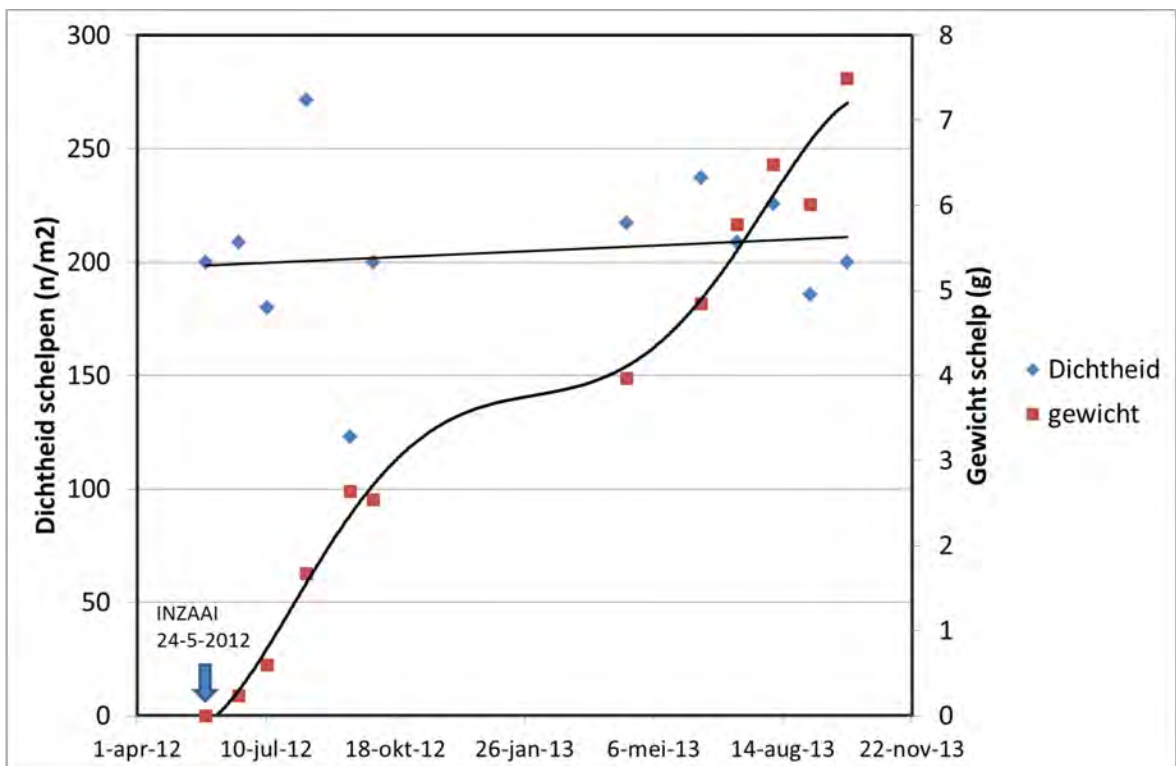
De tong die in juli op het bedrijf is aangekomen heeft zich relatief goed ontwikkeld. De dieren zijn in een korte periode gegroeid tot gemiddeld ongeveer 40 gram. Het verschil in gewicht tussen verschillende dieren was echter zeer groot. De lichtste dieren waren aan het einde van het seizoen nog maar 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. De vissen zijn eind oktober uit de vijver gehaald en voor overwintering in de loods van het proefbedrijf gehuisvest. Hiervoor werd een eenvoudig raceway-systeem aangelegd met een dunne laag zand en elektrische bijverwarming zodat de temperatuur op minimaal 5 °C gehouden kon worden. De vissen zijn gedurende de winter beperkt gevoerd met zagers.

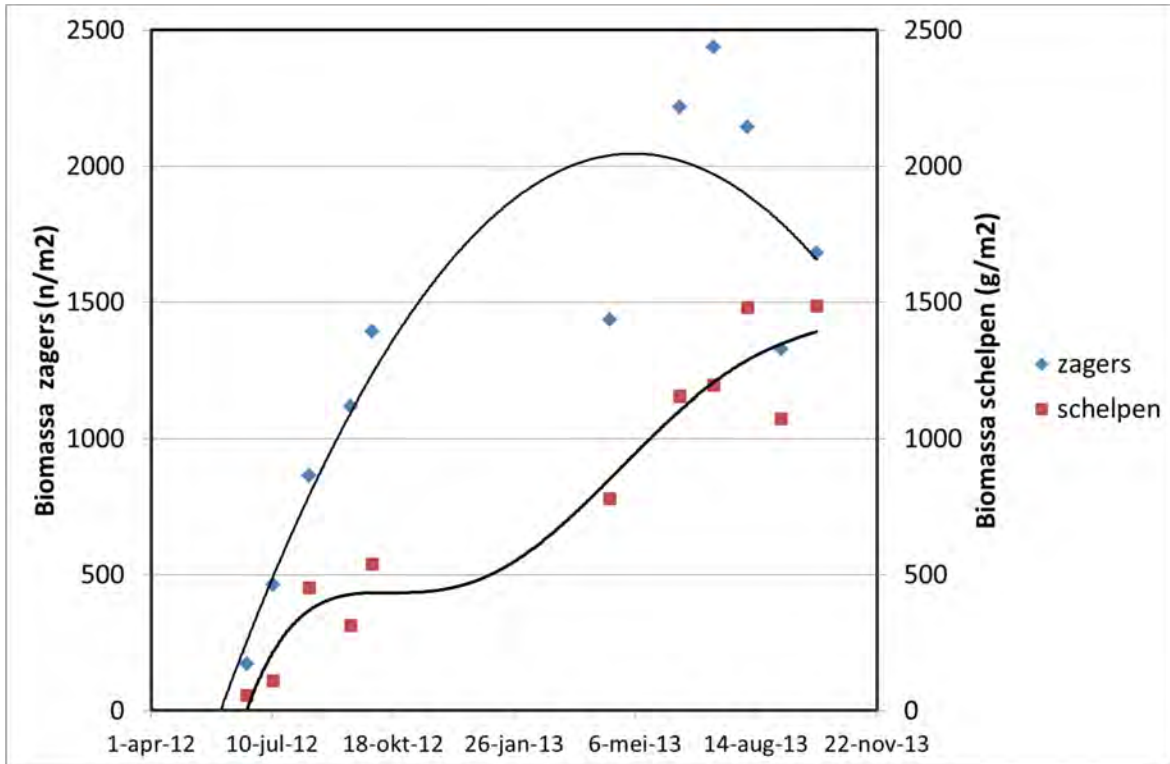
Op 22 april 2013 werden de vissen in de vijver teruggeplaatst met een gemiddeld gewicht van 75 g per stuk in een dichtheid van 1750 vissen per vijver. Het gewicht op 1 oktober 2013 bedroeg 187 g per stuk. Begin november is er ca. 350 kg vis per vijver geoogst en aan de visafslag geleverd.



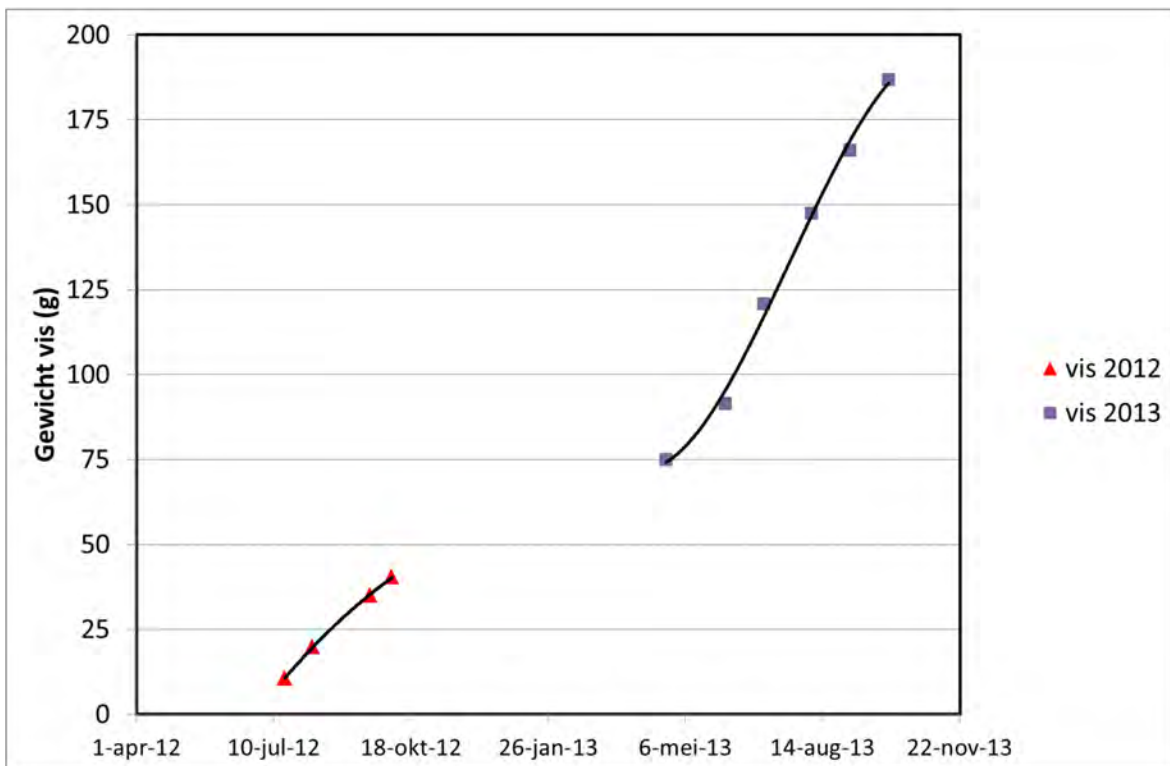
Figuur 28. Ontwikkeling van dichtheid en individueel gewicht van zagers in een tweejarige teelt. De groene en oranje lijnen geven de periodes waarin vis aanwezig in de vijver. Data zijn de gemiddelde van twee herhalingen: vijver 6 en 12 in 2012-2013.



Figuur 29. Ontwikkeling van dichtheid en individueel gewicht van tapijtschelpen in een tweejarige teelt. Data zijn de gemiddelde van twee herhalingen: vijver 6 en 12 in 2012-2013.



Figuur 30. Ontwikkeling van de biomassa van zagers en tapijtschelpen in een tweejarige teelt. Data zijn de gemiddelde van twee herhalingen: vijver 6 en 12 in 2012-2013.



Figuur 31. Groei van tong in twee opeenvolgende jaren. Data zijn de gemiddelde van twee herhalingen: vijver 6 en 12 in 2012-2013.

9. Het gemengd zilt bedrijf: technische haalbaarheid

De kweek van zagers in monocultuur vormt het vertrekpunt voor een evaluatie van de technische en economische haalbaarheid van het gemengd zilt bedrijf. De zagerkweek heeft zich in Zeeland bewezen getuige het succes van het bedrijf Topsy Baits dat zagers exporteert naar alle delen van de wereld. Als er een toekomst is voor het gemengd zilt bedrijf dan ligt het voor de hand dat om te beginnen de bestaande zagerkweek gecombineerd gaat worden met de kweek van schelpdieren en vis.

De combinatie van zagers en tong

In een zagervijver kunnen naast zagers tegelijkertijd tongen gekweekt worden. De kweek van tong in zagervijvers is evenwel beperkt tot het zomerseizoen. De groei van de vis stopt bij watertemperaturen beneden de 6 °C. Beneden 3 °C komt ook de overleving van de vis in gevaar: overwintering van tong in zagervijvers is niet mogelijk zonder bijverwarming. Dit laatste is voor de praktijk te duur.

De opbrengst van een mengteelt van zagers en tong bestaat uit een hoeveelheid zagers en vis. De omvang van deze beide opbrengsten is afhankelijk van de dichtheid van zagers en vis, en van de voergift. Bij een goede balans tussen deze factoren neemt zowel de biomassa van zagers als die van tong in de loop van het seizoen toe. Bij te hoge dichtheden van vis en/of een te lage voergift zal de zagerpopulatie overbegraasd worden en afnemen in biomassa. De maximale dichtheid van vis in een zagervijver is relatief laag vergeleken met de kweek van vis in systemen die extern geproduceerd voer benutten, i.c. naar schatting 5 vissen per m². Deze dichtheid is beperkt doordat viskweek gecombineerd wordt met visvoerproductie in de vorm van zagers. De opbrengst van een tong-zagervijver werd hiervoor geraamd op maximaal 1.5 kg zagers per m² + een opbrengst aan tong van 0.4 – 1.4 kg per m² per seizoen.

De kweek van tong in zagervijvers brengt meerkosten met zich mee die goed gemaakt moeten worden door de meeropbrengst aan vis. De meerkosten bestaan uit de kosten van pootvis, extra zagervoer (voor de productie van extra zagers als voer voor de tong) en zagerlarven, extra beluchting, extra water en arbeid, en een hogere milieuheffing. Bovendien kan een vijver met tong niet zonder bescherming tegen aalscholvers en zijn er dus netten noodzakelijk.

Technisch gezien blijkt een mengteelt niet lastig te managen. De ervaring van het proefbedrijf leert dat afstemming van visbezetting en voergift het belangrijkste zijn. Als vuistregel geldt dat de zagervoergift 5 gram per vis per dag moet bedragen om zowel de biomassa aan vis als de biomassa aan zagers te laten toenemen. Zagers en vissen groeien in elkaars aanwezigheid waarbij de afname in aantal zagers meer dan gecompenseerd wordt door de toename in gewicht van de resterende zagers.

De combinatie van zagers, tong en schelpdieren

Het is technisch mogelijk in zagervijvers naast zagers en tong ook schelpdieren te produceren. De kweek van zagers met de bijbehorende input van voedingsstoffen middels het zagervoer zorgt voor een spontane ontwikkeling van micro-algen. Van de stikstof en fosfor in voer benutten zagers slechts een beperkt deel. Het niet-benutte deel komt in de vijver terecht, wordt opgenomen door micro-algen, accumuleert in slib of verdwijnt met het effluent. Lozing van het effluent wordt belast met een milieuheffing. Combinatie van zagerkweek met de kweek van schelpdieren is dus om tenminste twee redenen aantrekkelijk: de micro-algen zijn een gratis voedselbron voor schelpdieren, omzetting van zagermest in algen en schelpdiervlees verlaagt de uitstoot van nutriënten naar het oppervlaktewater en daarmee de kosten van lozing.

Een mengteelt van zagers en schelpdieren brengt ook extra kosten met zich mee en deze moeten minimaal vergoed worden door de meeropbrengst van schelpdieren. De meerkosten bestaan uit de aankoop van schelpdierbroed, een hoger verbruik van zeewater voor verversing van de vijvers, en extra arbeid voor het inzaaien en oogsten.

Naast extra kosten zitten er aan een mengteelt van zagers en schelpdieren ook praktische nadelen. Voor de combinatie met tapijtschelpen is minimaal een tweejarige cyclus nodig om een schelp van consumptieformaat (gemiddeld 10 gram voor tapijtschelpen) te kunnen produceren. Zagers alleen kunnen ook in een eenjarige teelt gekweekt worden. Een mengteelt van zagers en tapijtschelpen betekent voorts dat beide producten tegelijkertijd geoogst en verwerkt moeten worden. Dit laatste nadeel geldt niet of minder voor een combinatie met oesters in hangcultuur. Oesters in mandjes kunnen verplaatst worden en tijdelijk geconcentreerd worden geplaatst in een afzonderlijke vijver.

De micro-algen in een zagervijver zijn een mix van tientallen soorten. De kennis om de samenstelling waar nodig te sturen ontbreekt vooralsnog. Dat kan leiden tot wisselende opbrengsten en het risico van het optreden van ongewenste soorten. Toch lijkt het al snel aantrekkelijk de spontane stroom van micro-algen uit zagervijvers te gelde te maken door deze om te zetten in schelpdieren. Dat kan in de vorm van een mengteelt, maar ook door het effluent door een apart schelpdierbassin te leiden.

De groei van schelpdieren in zagervijvers is nog zeer wisselend met pleksgewijze verschillen die vermoedelijk samenhangen met verschillen in de beschikbaarheid van voedsel (algen) met name in de grenslaag direct boven het sediment. Zonder externe toevoer van algen is gemiddeld genomen in een zagertongvijver een opbrengst aan tapijtschelpen van 0.75 kg per m² per jaar haalbaar. Door een betere menging van de waterkolom en extra toevoer van algen kan deze opbrengst fors verhoogd worden.

10. Het gemengd zilt bedrijf: economische haalbaarheid

Algemeen

Voor een inschatting van de economische haalbaarheid van het gemengd zilt bedrijf volgen we de systematiek die gangbaar is in de land- en tuinbouw en die terug te vinden is in de KWIN brochures voor de verschillende sectoren (KWIN-V, 2012-2013; KWIN-AGV, 2012; en KWIN-G, 2012). Centraal staat de berekening van het netto bedrijfsresultaat: dit is het verschil tussen de opbrengsten en de som van toegerekende kosten, arbeidskosten, kosten van duurzame productiemiddelen en algemene kosten. De toegerekende kosten zijn kosten die direct aan de betreffende teelt kunnen worden toegerekend en evenredig met de oppervlakte variëren, i.c. de kosten van uitgangsmaterialen, voer, water, energie, milieuheffing en energie, en rente op omlopend vermogen.

Het verschil tussen de bruto geldopbrengst en de toegerekende kosten wordt in de regel aangeduid als saldo. Uit het saldo moeten alle overige kosten vergoed worden, t.w. de kosten van arbeid, grond, duurzame productiemiddelen, en algemene kosten. De kosten van duurzame productiemiddelen zijn de som van afschrijving, rente en onderhoud van investeringen in infrastructuur. Voor het gemengd zilt bedrijf zijn dit de investeringen in de vijverinfrastructuur. De algemene kosten hebben betrekking op o.a. communicatie, administratie, voorlichting, drinkwater, en verzekering. Ook wordt in de tuinbouw het vastrecht en een basisverbruik voor elektriciteit opgenomen onder algemene kosten.

De rentabiliteit is het kengetal voor de mate waarin de kosten worden goed gemaakt door de opbrengsten. Voor een gezonde op continuïteit gerichte bedrijfsvoering is een bedrijfsrendement van 100 tot 110% nodig.

De basis: de kweek van zagers

Om de economische haalbaarheid van mengteelten te kunnen beoordelen hebben we eerst opnieuw gerekend aan de economie van de zagerkweek. Met de kostprijs voor zagers die hieruit volgt, is vervolgens gerekend aan het netto-bedrijfsresultaat van een gemengd zilt bedrijf.

Belangrijke veronderstellingen daarbij zijn dat:

1. in een mengteelt van zagers, tong en schelpdieren de opbrengst bestaat uit 1.5 kg zagers per m² per jaar plus de opbrengst aan tong en schelpdieren;
2. de opbrengst aan zagers afgezet kan worden tegen minimaal de kostprijs van zagers in monocultuur.

In de berekening van het netto bedrijfsresultaat van het gemengd zilt bedrijf veronderstellen we dus dat de prijs van zagers onafhankelijk van de prijs van tong tot stand komt. Het is niet zeker of dit in de praktijk ook het geval zal zijn. Het financiële voordeel van mengteelten kan afnemers van zagers ertoe aanzetten af te dingen op de prijs van zagers om zo een deel van het financiële voordeel van een mengteelt naar zich toe te halen.

De hier berekende kostprijs van zagers in monocultuur bedraagt €5.06 per kg uitgaande van een oogst door de afnemer (Tabel 7 en 8). Dit is 10% duurder dan de prijs die door Neanthes in het Projectplan voorgerekend werd. De oorzaken van het prijsverschil zijn als volgt:

1. In de prijsopgave door Topsy Baits/Neanthes is geen rekening gehouden met de kosten van lozing van het effluent en rente op omlopend vermogen.
2. In de nieuw berekende prijs is een hogere arbeidsbehoefte verondersteld en zijn ook de kosten van gebruik van zeewater, elektriciteit en grond hoger.
3. Voorts hebben we in de berekening hier algemene kosten verondersteld (omgerekend €0.33 per kg), terwijl in de prijs uit het Projectplan een saldo van €5000 per ha zit (omgerekend €0.48 per kg).

Van de totale kostprijs van zagers komt ruim 50% voor rekening van de vaste kosten verbonden met het gebruik van duurzame productiemiddelen (de vijverinfrastructuur) en de grond. Goedkopere zagers vergen dus een veel goedkoper vijverontwerp.

Tabel 7.

KOSTPRIJS ZAGERS	Herberekening		Projectplan
	€/kg	% van tot.	€/kg
zagerlarven	0.10	2	0.03
zagervoer	0.48	9	0.60
zeewater	0.37	7	
elektriciteit	0.08	2	0.38
diesel	0.00	0	
milieuheffing	0.14	3	
rente omlopend vermogen	0.01	0	
arbeid	0.85	17	0.47
grond	0.35	7	0.11
DPM	2.33	46	2.47
algemeen	0.33	7	0.48
TOTAAL	5.06	100	4.54

Het gemengd zilt bedrijf: een productiemodel

Het gemengd zilt bedrijf integreert de teelten van zagers, tong en schelpdieren in een tweejarige cyclus. De schelpdieren kunnen tapijtschelpen, Japanse oesters, platte oesters of een combinatie hiervan zijn, maar de kostprijsberekeningen zijn uitgevoerd voor tapijtschelpen. Het eerste jaar worden vijvers ingezaaid met zagerlarven en broed van tapijtschelpen, beide afkomstig uit een hatchery. In het tweede jaar worden daar pootvissen van tong bij uitgezet. Aan het einde van het tweede jaar worden zagers, tong en schelpdieren geoogst.

De pootvis wordt voorgekweekt in een hatchery/nursery tot een gewicht van 50 g per stuk. Mits van goede kwaliteit kunnen deze in één zomerseizoen buiten uitgroeien tot een marktrijp gewicht van gemiddeld 230 g per stuk, ofwel Klasse 1 (180-250 g) op de visafslag. Het gemengd zilt bedrijf neemt dus in april van jaar 2 pootvissen af van een broedhuis en verkoopt marktrijpe tongen van gemiddeld Klasse 1 in oktober/november van hetzelfde jaar. De prijs voor dit formaat tong bedroeg op de visafslag van Stellendam gemiddeld genomen over de laatste vijf jaar (2008-2012) €9.58 per kg, met een variatie tussen jaren van €8.03 – €10.77 per kg. In het lopende jaar 2013 staat de prijs onder druk met een gemiddeld prijsniveau over de maanden januari t/m september van €7.19 per kg.

Op het Proefbedrijf Zeeuwse Tong is geëxperimenteerd met een combinatie van drie gekoppelde vijvers: een eerstejaars zagervijver, een algenvijver en een tweedejaars zagervijver. Het is nog niet duidelijk wat de toegevoegde waarde kan zijn van een tussenliggende algenvijver. De ervaring leert dat een algenvijver zonder zandbodem en zagers zeer gevoelig is voor ontwikkeling van wier.

De opbrengst aan schelpdieren die in de berekeningen gehanteerd is, is afkomstig uit vijvers die uitsluitend Oosterscheldewater toegediend kregen.

De geldelijke opbrengsten zijn berekend uit de fysieke opbrengst en de volgende prijzen voor de producent:

- Zagers: kostprijs, ofwel €5.06 per kg.
- Tapijtschelpen: €3.50 per kg.
- Tong: de gemiddelde prijs op de Visafslag in Stellendam over de jaren 2008-2012, i.c. €9.58 per kg voor Tong 1 (180-230 g).

Opbrengsten

Voor de opbrengst van zagers is een productie van 1.5 kg per m² per jaar aangenomen. Dit is het laagste opbrengstniveau dat in het Projectplan gehanteerd is en lager dan op het proefbedrijf in één seizoen haalbaar gebleken is.

Voor de opbrengst van tapijtschelpen is een productie van 1.5 kg per m² aangenomen voor een tweejarige cyclus, om een formaat van gemiddeld 8-10 gram per stuk te kunnen bereiken, d.w.z. een productie van 0.75 kg per m² per jaar. Dit niveau is afgeleid uit de vijvers die in 2012 ingezaaid werden met een dichtheid van 250 schelpen per m² en die geen externe toevoer van algen uit andere vijvers ontvingen.

Voor de doorkweek van tong van 50 gram naar consumptieformaat is een dichtheid van 1 vis per m² en een eindformaat van 230 g aangenomen om aan te sluiten bij de groei van goede kwaliteit pootvis in 2013.

Uitgangsmaterialen

Voor de productie van zagers in monocultuur is een dichtheid van 3000 zagerlarven per m² gehanteerd conform de praktijk van het proefbedrijf. In het geval een vijver gebruikt wordt voor de productie van pootvis is een dichtheid van 10.000 zagerlarven per m² aangenomen conform proeven in 2012 en 2013. Voor zagerlarven hanteren we een prijs van €0.05 per 1000 vergelijkbaar met de prijs van schelpdierlarven.

Voor broed van tapijtschelpen geldt een prijs van €5.00 per duizend. Dit is de prijs die de hatchery van Roem van Yerseke rekent voor broed van 5-8 mm en die vergelijkbaar is met prijzen die schelpdierhatcheries elders rekenen. Gerekend is met een zaaidichtheid van 250 per m² en een uitval van 20% gedurende de kweek.

In 2013 is in het Project Kustlaboratorium en Coöperatief Broedhuis gestart met de productie van pootvis van tong bij Stichting Zeeschelp in Kamperland. Dit broedhuis kan pootvis van klein of groot formaat leveren. Een klein formaat van ca. 1 gram kan in een vijver in één seizoen uitgroeien tot 50 g per stuk. Eerste berekeningen geven een prijs van ca. €0.45 per stuk voor een visje van 0.1 gram. Vermoedelijk kan deze prijs omlaag aangezien de berekende kostprijs voor meer dan de helft bestaat uit arbeid tegen een uurloon van €30 per uur.

Pootvis die in één seizoen buiten moet uitgroeien tot consumptieformaat moet minimaal enkele tientallen grammen per stuk wegen. De kostprijs van pootvis van 50 g afkomstig uit een broedhuis wordt nu geraamd op €1.35 per stuk. Dit is een hoog bedrag. Voor de productie van een vis van 200 g zijn per kg eindproduct minimaal 5 stuks pootvis nodig. De pootviskosten alleen al bedragen dan €6.75 per kg eindproduct. Verlaging van de kostprijs van pootvis is dus belangrijk. Voor de berekeningen hier is de prijs van €1.35 per stuk aangehouden. Daarbij is een uitval van 5% verondersteld.

Voeding

De prijs van standaard zagervoer (€1.20 per kg) is gebaseerd op de prijs van Coppens karpervoer (Carpco Excellent) die het proefbedrijf in 2013 betaalde bij een afname van 5-10 ton per keer. Er is in eerste instantie geen rekening gehouden met mogelijk lagere voerkosten door overschakeling op een zagervoer bereid uit reststoffen van

bijvoorbeeld Zeelandia. De kosten van zagervoeding zijn voorts gebaseerd op een voederconversie van 0.36 in het eerste jaar en 0.83 in het tweede jaar, ofwel gemiddeld 0.6 conform resultaten van het proefbedrijf.

Zeewater

Het verbruik van zeewater is als volgt berekend. Voor het winterhalfjaar hanteren we een verversing van 5% per dag, i.c. 40 m³ per dag per vijver van 1000 m² en 0.8 m diep. Voor de zomerperiode is het verbruik in de zagerkweek een functie van het voerniveau, t.w. 25 m³ per kg zagervoer. Dit komt bij een stikstofgehalte van 5% overeen met een stikstofbelasting uit voer van 2 mg N per l. Voor een gecombineerde kweek met tapijtschelpen volgt het verbruik het advies van minimaal 2 m³ per kg schelpdieren per week. De prijs van zeewater, €0.03 per m³, is de prijs die het proefbedrijf ondernemers in Colijnsplaat in rekening brengt; deze prijs is een vergoeding voor afschrijving, rente en onderhoud en energieverbruik voor het aan- en afvoersysteem van water incl. filtering.

Energie

Het elektriciteitsverbruik voor beluchting en circulatie bedraagt 2 kWh per kg zagervoer. Dit is als volgt afgeleid uit gegevens van het proefbedrijf. Voor de permanente circulatie van water zijn luchthevels geïnstalleerd die per vijver aangedreven worden door een blower van 0.6 kW. Voor de beluchting is er per vijver een blower aanwezig van 7.5 kW. Gemiddeld genomen is deze in het groeiseizoen (wanneer er gevoerd wordt) 1 uur per dag in werking. Tezamen verbruiken deze blowers 22 kWh per vijver per dag. Bij een voergift van 10-15 kg per dag per vijver komt dit overeen met 1.5 - 2.2 kWh per kg zagervoer.

Voor de prijs van elektriciteit is een algemeen gemiddelde genomen van €0.10 per kWh. Het verbruik van diesel betreft het brandstofverbruik voor het mechanisch voeren van de zagers met een prijs van €0.85 per l. Beide prijzen zijn conform de waarden gehanteerd in KWIN-AGV. Voor de gasprijs is inclusief energiebelasting €0.57 per m³ gehanteerd conform de prijs voor kleinverbruikers voor 5 jaar vast incl. Ecotax volgens opgave door KWIN-V.

Overige productgebonden kosten

Voor het lozen van effluent op de Oosterschelde moet aan Rijkswaterstaat een milieuheffing betaald worden. Met Rijkswaterstaat is voor het Proefbedrijf Zeeuwse Tong afgesproken de heffing op de lozing van effluent te relateren aan het voerverbruik naar analogie met de afspraak met Topsy Baits. De heffing is gebaseerd op 10 vervuilingseenheden (ve) per ton voer met een prijs van €35.50 per ve. Bij een waterverbruik voor de productie van zagers van 25 m³ per kg zagervoer komt dit overeen met een aanslag van €0.014 per m³ water.

Rente op omlopend vermogen is de rente over het in de teelt vastgelegd vermogen. Om dit te berekenen moet feitelijk gedurende de hele teelt bekeken worden wat het verschil is tussen de opbrengsten en de kosten om zo op elk moment het vastgelegd vermogen te weten. In de saldoberekeningen voor de glastuinbouw worden deze rentekosten benaderd door 1% van de opbrengsten te rekenen. In de akkerbouw wordt een rentepercentage van 5.5% aangehouden over de kosten van uitgangsmateriaal, bemesting en gewasbeschermingsmiddelen. Er wordt voor producten die direct na de oogst worden afgezet gerekend met een looptijd van 2-5 maanden en bij bewaarproducten met 8 maanden. Hier rekenen we met een rentepercentage van 5.5% en een looptijd van: 6 maanden voor de kosten van pootvis, 12 maanden voor de kosten van zagervoer en 18 maanden voor de kosten van zagerlarven en broed van tapijtschelpen. Hiermee houden we rekening met de tweejarige duur van de teeltcyclus.

Kosten arbeid

De arbeidsbehoefte is afgeleid uit ervaringen van het proefbedrijf. Voor het voeren met zagervoer wordt gerekend met 0.1 uur per vijver per dag gedurende 30 weken 6 dagen per week, c.q. gedurende in totaal 180 dagen per seizoen. Voor vijveronderhoud is nogmaals 18 uur per vijver opgenomen. Voor arbeid bedragen de loonkosten van de ondernemer zoals opgenomen in de CAO Open teelten €25.57 per uur. In het Projectplan is een tarief van

€35.00 per uur gehanteerd. Laatstgenoemde prijs is hier aangehouden omwille van de vergelijkbaarheid met de eerdere berekeningen van de kostprijs van zagers.

Kosten duurzame productiemiddelen (DPM)

De kosten van grondgebruik zijn berekend als 5% van de grondprijs op de locatie Colijnsplaat, zijnde 5% van €75.000 per ha. Dit komt neer op €3750 per ha per jaar. Dit is aanzienlijk meer dan wanneer we uit zouden gaan van de pachtwaarde. Deze is gemaximeerd op 2% van de vrije verkeerswaarde van de grond, i.c. €1500 per ha per jaar. Per hectare zijn er 7 vijvers van 1000 m² verondersteld. Per vijver van 1000 m² is dus 1400 m² grond nodig.

De kosten van het gebruik van de vijverinfrastructuur bedragen €3.50 per m² per jaar conform de eerdere opgave van Meijering van Topsy Baits/Neantes. Dit is het bedrag voor afschrijving, rente en onderhoud van de investering in de vijverinfrastructuur. Dit prijsniveau komt overeen met een investering in vijvers van ca. €20.00 per m² wateroppervlak.

Netten worden alleen meegenomen in de berekening voor vijvers met vis. De jaarkosten bedragen 25% van de nieuwwaarde, i.c. 25% van €1 per m².

Algemene kosten

De algemene kosten zijn niet goed bekend. In de tuinbouw worden bedragen gehanteerd van €1.50-3.00 per m² per jaar afhankelijk van het bedrijfstype. Rekening houdend met het minder intensieve karakter van binnendijkse kweek wordt hier een bedrag van €0.50 per m² gehanteerd.

Netto-bedrijfsresultaat

Voor de beoordeling van de economische haalbaarheid zijn twee berekeningen van het netto-bedrijfsresultaat uitgevoerd:

1. Een basis scenario uitgaande van de kostprijzen zoals hiervoor toegelicht (Tabel 9).
2. Een scenario met één kostprijsreductie, t.w. overschakeling naar een zagervoer met een prijs van €0.90 per kg i.p.v. €1.20 per kg (Tabel 10). Met de ontwikkeling van een plantaardig zagervoer op basis van reststromen lijkt dit op korte termijn de meest effectieve verbetering van het bedrijfsresultaat.

In het basis scenario bedraagt het berekende netto-bedrijfsresultaat €2014 per ha per jaar en de rentabiliteit 103%. Met een goedkoper zagervoer neemt het netto-bedrijfsresultaat toe tot €4618 per ha per jaar en de rentabiliteit tot 106%.

Let wel: het netto-bedrijfsresultaat is het verschil tussen de bruto geldelijke opbrengst en de som van alle kosten, terwijl uit het saldo in de akkerbouw de kosten van arbeid, grond, duurzame productiemiddelen, en algemene kosten nog vergoed moeten worden. Het netto-bedrijfsresultaat bevat dus al een arbeidsinkomen. Per hectare per jaar bedraagt dit arbeidsinkomen €12924. Een bedrijfsomvang van 5 of 6 ha zou dus al voldoende zijn om een ondernemer een volwaardig inkomen te verschaffen.

Een gemengd zilt bedrijf kan de teelt van zagers, tong en schelpdieren verder integreren met plantaardige teelten zoals zilte groenten en wieren. Hiermee zal het bedrijfsresultaat verder kunnen verbeteren omdat: 1. bij sluiting van de nutriëntenkringloop de kosten van lozing van effluent verminderen of zelfs vervallen, en 2. de kosten van water nog verder verdeeld worden over meerdere teelten.

Het rendement op geïnvesteerd vermogen

In bovenstaande berekeningen zijn gebaseerd op:

1. een investering in grond van €75.000 per ha,
2. een investering in infrastructuur van €140.000 per ha,

3. afschrijftermijnen op infrastructuur variërend tussen 3 jaar (voor pompen en blowers) tot maximaal 20 jaar voor de vijvers zelf (folie, zand, middenberm),
4. geleend kapitaal met een rentevergoeding van 5.5%.

De totale rentevergoeding vermeerderd met het netto-bedrijfsresultaat is het rendement op geïnvesteerd vermogen. Voor het basisscenario bedraagt het rendement 6.3% en voor het scenario met lagere voerkosten 7.5%.

Alternatieve productiemodellen

Ervaringen met de groei van tonglarven in eerstejaars zagervijvers in 2011 en 2012 toonden aan dat tonglarven uitzonderlijk snel kunnen groeien in een vijver die met zagerlarven ingezaaid is (eerstejaars zagervijvers). De overleving vanaf larvestadium was evenwel gering (1.4%). Om toch te kunnen profiteren van de voorspoedige groei, maar met veel minder uitval, zijn in juni 2013 visjes van 2 cm (80 dagen oud, 0.1 g) uitgezet. Deze visjes waren afkomstig van de experimentele pootvisproductie door Stichting Zeeschelp. Deze visjes blijken inderdaad snel te groeien: begin september bedroeg het gewicht al 24 g per stuk terwijl soortgenoten die binnen op droogvoer worden doorgekweekt op dat moment nog pas 2.4 g per stuk wogen. Half november bedroeg het gemiddeld gewicht van de pootvis in de vijver 50 g en het terugvangstpercentage 80%.

De kostprijs van een visje van 2 cm (0.1 g) bedraagt volgens Stichting Zeeschelp €0.40 per stuk. Opkweek van deze visjes in een eerstejaars zagervijver tot een gewicht van 50 g aan het eind van het zomerseizoen zal de kostprijs verhogen met name afhankelijk van de omvang van de productie van pootvis en andere producten (zagers, tapijtschelpen).

Een ander model voor de kweek van Zeeuwse Tong is dus een opkweek van jonge pootvis in eerstejaars zagervijvers tot een gewicht van ca. 50 g in het najaar. Deze vissen zullen op dat moment overgebracht moeten worden naar een kweekruimte binnen. Daar staat de teler vervolgens voor de keuze: 1. ofwel de vissen laten overwinteren bij minimale temperatuur om ze het seizoen daarop door te kweken in tweedejaars zagervijvers, 2. ofwel de kweek binnen voort te zetten. De eerstejaars zagervijvers vervullen in dit model de rol van nursery.

Voor de overwintering of doorkweek dient een geschikte ruimte voorhanden te zijn, in de vorm van een loods of kas. Deze ruimte moet gedurende de winterperiode op minimaal 5 °C gehouden worden. Ervaringen van het Proefbedrijf Zeeuwse Tong laten zien dat in dat geval visjes in relatief hoge dichtheden (100 per m²) met weinig uitval de winter kunnen overleven. Groei is bij een dergelijk winterregiem nauwelijks mogelijk. Overwintering brengt in dat geval alleen extra kosten met zich mee en geen meeropbrengst.

Idealiter zet de snelle groei van pootvis in de zomerperiode buiten zich binnen voort. Met een goed voer is dan een jaar later een gewicht mogelijk van 400 g en meer, zoals proeven met continue voeding met zagers hebben aangetoond. Een tongvoer dat even goed presteert als verse zagers, is voorlopig nog niet beschikbaar. Op het beschikbare commerciële droogvoer zal de groeisnelheid lager zijn, hooguit 0.7 g per dag. In een periode van 12 maanden zou dan het gewicht toe kunnen nemen van 50 g tot 300 g. De kostprijs van deze vis zal in belangrijke mate afhangen van de prijs van het tongvoer.

Tabel 9. Het netto-bedrijfsresultaat voor een gemengd zilt bedrijf in het basisscenario.

Bedrijfsresultaat en kostprijzen mengteelt zagers, tapijtschelpen en tong; bedragen per jaar excl. BTW							
PER 2 VIJVERS van elk 1000 m ²							
							PER HECTARE
OPBRENGSTEN	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Eenheid	Bedrag in €		Bedrag in €
zagers	3000	kg	5.06	€/kg	15184		53145
tapijtschelpen	1500	kg	3.50	€/kg	5250		18375
tong	229	kg	9.50	€/kg	2180		7628
BRUTOGELDOPBRENGST					22614		79148
KOSTEN							
<i>UITGANGSMATERIAAL</i>							
zagerlarven	3000000	stuks	0.05	€/duizend	150		525
broed tapijtschelpen	250000	stuks	5.00	€/duizend	1250		4375
tong pootvis 1 g		stuks	0.50	€/stuk	0		0
tong pootvis 50 g	1050	stuks	1.35	€/stuk	1418		4961
<i>VOEDING</i>							
zagervoer	2351	kg	1.20	€/kg	2821		9873
<i>WATER</i>							
zeewater	59200	m3	0.03	€/m3	1776		6216
<i>ENERGIE</i>							
elektriciteit	4701	kWh	0.10	€/kWh	470		1645
diesel	4	l	0.85	€/l	3		12
gas	0	m3	0.57	€/m3	0		0
<i>OVERIGE PRODUCTGEBONDEN KOSTEN</i>							
milieuheffing	23.5	ve	35.50	€/ve	834		2921
rente omlopend vermogen	5629	€	5.5	%	310		1084
<i>KOSTEN ARBEID</i>							
inzaaien zagers	0.5	uur	35.00	€/uur	18		61
inzaaien tapijtschelpen	2	uur	35.00	€/uur	70		245
uitzetten tong	1	uur	35.00	€/uur	35		123
voeren zagers	36	uur	35.00	€/uur	1260		4410
onderhoud vijvers	36	uur	35.00	€/uur	1260		4410
oogsten zagers	0	uur	35.00	€/uur	0		0
oogsten tapijtschelpen	20	uur	35.00	€/uur	700		2450
oogsten tong	10	uur	35.00	€/uur	350		1225
<i>KOSTEN DPM</i>							
grond	2800	m2	0.38	€/m2	1064		3724
vijverinfrastructuur	2000	m2	3.50	€/m2	7000		24500
netten	1000	m2	0.25	€/m2	250		875
<i>ALGEMENE KOSTEN</i>	2000	m2	0.50	€/m2	1000		3500
TOTALE KOSTEN					22038		77134
BEDRIJFSRESULTAAT							2014
						RENTABILITEIT	103%

Tabel 10. Het netto-bedrijfsresultaat voor een gemengd zilt bedrijf in het scenario met lagere voerkosten.

Bedrijfsresultaat en kostprijzen mengteelt zagers, tapijtschelpen en tong; bedragen per jaar excl. BTW							
	PER 2 VIJVERS van elk 1000 m ²						PER HECTARE
OPBRENGSTEN	Hoeveelheid	Eenheid	Prijs	Eenheid	Bedrag in €	Bedrag in €	
zagers	3000	kg	5.06	€/kg	15184	53145	
tapijtschelpen	1500	kg	3.50	€/kg	5250	18375	
tong	229	kg	9.50	€/kg	2180	7628	
BRUTOGELDOPBRENGST					22614	79148	
KOSTEN							
UITGANGSMATERIAAL							
zagerlarven	3000000	stuks	0.05	€/duizend	150	525	
broed tapijtschelpen	250000	stuks	5.00	€/duizend	1250	4375	
tong pootvis 1 g		stuks	0.50	€/stuk	0	0	
tong pootvis 50 g	1050	stuks	1.35	€/stuk	1418	4961	
VOEDING							
zagervoer	2351	kg	0.90	€/kg	2116	7404	
WATER							
zeewater	59200	m3	0.03	€/m3	1776	6216	
ENERGIE							
elektriciteit	4701	kWh	0.10	€/kWh	470	1645	
diesel	4	l	0.85	€/l	3	12	
gas	0	m3	0.57	€/m3	0	0	
OVERIGE PRODUCTGEBONDEN KOSTEN							
milieueffing	23.5	ve	35.50	€/ve	834	2921	
rente omlopend vermogen	4924	€	5.5	%	271	948	
KOSTEN ARBEID							
inzaaien zagers	0.5	uur	35.00	€/uur	18	61	
inzaaien tapijtschelpen	2	uur	35.00	€/uur	70	245	
uitzetten tong	1	uur	35.00	€/uur	35	123	
voeren zagers	36	uur	35.00	€/uur	1260	4410	
onderhoud vijvers	36	uur	35.00	€/uur	1260	4410	
oogsten zagers	0	uur	35.00	€/uur	0	0	
oogsten tapijtschelpen	20	uur	35.00	€/uur	700	2450	
oogsten tong	10	uur	35.00	€/uur	350	1225	
KOSTEN DPM							
grond	2800	m2	0.38	€/m2	1064	3724	
vijverinfrastructuur	2000	m2	3.50	€/m2	7000	24500	
netten	1000	m2	0.25	€/m2	250	875	
ALGEMENE KOSTEN	2000	m2	0.50	€/m2	1000	3500	
TOTALE KOSTEN					21294	74530	
BEDRIJFSRESULTAAT						4618	
					RENTABILITEIT	106%	

11. Risico's en onzekerheden

In de berekeningen van het netto-bedrijfsresultaat zitten diverse onzekerheden waardoor de praktijk anders kan zijn dan hier voorgesteld.

Opbrengsten

De groei en eindgewichten van tong in vijvers zijn sterk afhankelijk van de herkomst van de pootvis. De eerste drie jaren heeft het Proefbedrijf in hoofdzaak gewerkt met pootvispopulaties die binnen geproduceerd zijn en die gedomineerd werden door mannelijke exemplaren (80% of meer). De scheve man-vrouw verhouding leidt tot een gemiddeld trage groei (0.5 g per dag) zoals metingen aan individuele dieren in 2011 hebben aangetoond. Pas vanaf 2012 is er ervaring met doorkweek van pootvis die buiten vanaf larve in zagervijvers opgegroeid is. Monitoring van deze pootvis laat zien dat de doorgroei veel sneller gaat met een gemiddelde groeisnelheid van 1 g per dag over een periode van 160 dagen (Tabel 3 en Figuur 3). De opgave nu is om deze kwaliteit pootvis op grotere schaal in een broedhuis te produceren.

Voor tapijtschelpen hanteert de handel een gemiddeld gewicht van 8-10 g per stuk als wenselijk formaat (100-125 stuks per kg). Waarnemingen aan kleinschalige experimenten wijzen uit dat dit misschien wel in één seizoen bereikbaar is (Figuur 11). Op vijverschaal is een cyclus van twee jaar noodzakelijk.

Oogstverliezen

De productiegegevens van zagers en tapijtschelpen zijn gebaseerd op de maandelijkse bemonstering door het Proefbedrijf. In de praktijk blijkt dat de opgave van aan Topsy Baits/Neantes geleverde zagers beduidend lager ligt dan de hoeveelheden die volgens de bemonstering in de vijver aanwezig waren. De verklaring voor dit verschil is vermoedelijk meerledig. Duidelijk is dat de oogstapparatuur een deel van de vijvers (de randen langs de taluds) niet oogst. Het oogsten duurt bovendien meerdere dagen per vijver. Dat heeft tot gevolg dat zagers zich gedurende de nachten gaan herverdelen en deels terecht komen op delen van de vijver die al geoogst waren. Tenslotte wordt het gewicht aan geoogste zagers door Topsy Baits/Neantes vastgesteld na reiniging van het product.

Ziekten en plagen

Het optreden van ziekten en plagen is inherent aan de kweek van dieren en planten. Tot op heden hebben deze zich voor zover bekend bij zagers niet voorgedaan. Wel is uit de bemonstering duidelijk dat er 's winters verlies van zagers optreedt, vermoedelijk als gevolg van het zwermen van zagers en bijgevolg verlies met de uitstroom van water uit de vijver. Voor Japanse oesters is er een wisselende maar soms grote uitval gezien vermoedelijk als gevolg van het oestervirus.

Weersextremen

Het proefbedrijf heeft tot op zekere hoogte mogelijkheden om effecten van weersextremen te voorkomen. Voor de overwintering van vissen is een warmte-koude-opslag in gebruik om beperkte delen van vijvers bij te kunnen verwarmen. In de winter van 2010-2011 is er desondanks vissterfte opgetreden maar dit kwam doordat vissen, anders dan verwacht, niet zelf de verwarmde compartimenten opzochten. Sindsdien worden vissen die buiten overwinteren, opgesloten in verwarmde compartimenten.

In de zomer dreigt het gevaar van te hoge watertemperaturen in de vijvers. Dit risico is groter naarmate de waterdiepte geringer is. Om die reden zijn de vijvers van het Proefbedrijf dieper uitgegraven dan tot dan toe gangbaar was voor de zagerkweek. Te hoge temperaturen zijn ook te vermijden door een ruimere verversing met Oosterscheldewater. De kritische temperaturen voor zagers, tong en schelpdieren zijn niet goed bekend. Het Proefbedrijf heeft deze grenzen bewust niet opgezocht om vermijdbare verliezen te voorkomen.

Veronkruiding

De praktijk van het Proefbedrijf wijst uit dat ongebreidelde wiergroei een ernstige bedreiging is voor de productiviteit van vijvers. De kweek van schelpdieren in vijvers zonder inzet van zagers, zoals in de *claires* in Frankrijk, is een continue strijd tegen veronkruiding door wiergroei. In Frankrijk is uitvoerig onderzoek gedaan naar deze onkruidproblematiek (Bouquet & Blachier, 2008). In dat onderzoek bleken alleen mechanische bestrijding en het periodiek droogzetten van de vijver (gedurende de winterperiode) bruikbare maatregelen om wiergroei te beheersen. Het vermijden van harde structuren lijkt voorts belangrijk om hechting van wier te voorkomen. Biologische bestrijding door de inzet van kreukels bleek niet effectief omdat deze dieren alleen gedijen op een harde ondergrond. Bestrijding middels de inzet van zagers is in Frankrijk niet onderzocht. De ervaring binnen Zeeuwse Tong leert dat de inzet van zagers wel effectief is in het beheersen van wiergroei, maar dat dit alleen goed werkt wanneer de voergift aan zagers relatief laag gehouden wordt. In kortdurende bakkenproeven voorafgaand aan de vijverexperimenten kon de voergift aan zagers bij onbeperkte voeding oplopen tot wel 50 g per m² per dag. De voergift op het Proefbedrijf varieert normaliter tussen de 5 en 15 g per m² per dag. Alleen gedurende korte periodes in het voorjaar zijn voergiften tot 30 g per m² per dag toegepast. Dit had tot doel de zagerbiomassa vóór het uitzetten van vis in een kort tijdsbestek te verhogen.

Slibophoping

De continue toevoer van organisch materiaal gaat automatisch gepaard met ophoping van organisch slib in de vijverbodem. Dit kan op termijn tot verslechterende groeiomstandigheden voor de kweek leiden. Snelheid en effecten van slibophoping zijn nog onbekend.

Ongewenste soorten algen

De spontane algenbloei op de nutriënten afkomstig uit de zagerkweek bestaat uit een mix van tientallen soorten zoals gebleken is uit de monitoring door Grontmij. Controle over de samenstelling is op dit moment afwezig. Dat houdt ook het risico in dat zich ongewenste soorten ontwikkelen. In ondiepe, goed gemengde systemen is de kans op potentieel schadelijke algenbloeien beperkt, en het monitoring programma van Grontmij laat zien dat dergelijke soorten in het proefbedrijf niet aanwezig waren.

Uitval van apparatuur

De ervaring van het Proefbedrijf leert dat de gekozen soorten tamelijk robuust zijn en relatief grote fluctuaties in temperatuur en zuurstofgehalte doorstaan. Zagers en schelpdieren (tapijtschelpen, Japanse oesters en platte oesters) blijken winters met relatief lage temperaturen en ijsvorming op de vijvers goed te doorstaan. De thermotolerantie van tong is minder groot maar tong blijkt niettemin seizoensmatige fluctuaties in temperatuur van 5 tot zeker 25 °C goed te verdragen. Ook daling van de zuurstofconcentraties tot waarden van 2 mg per l blijken niet lethaal, zoals overigens uit fysiologisch onderzoek aan tong al bekend was. Ernstiger zuurstoftekort leidt wel tot de dood. Uitval van de beluchting op kritische momenten kan dus grote sterfte veroorzaken. Om die reden beschikt het Proefbedrijf over een noodstroomvoorziening en continue monitoring van het zuurstofgehalte in de vijvers. De zuurstofsensoren van Hach-Lange blijken helaas zeer gevoelig voor vervuiling en moeilijk te reinigen.

12. Conclusies

Zagers zijn al jarenlang een bekend product van binnendijkse kweek in zoutwatervijvers in Zeeland. In het Proefproject Zeeuwse Tong is aangetoond dat ook schelpdieren waaronder tapijtschelpen, Japanse en platte oesters, en zeetong met succes binnendijks in zoutwatervijvers gekweekt kunnen worden. Zowel de kweek van schelpdieren als die van tong heeft profijt van de combinatie met zagerkweek: zagers vervullen een belangrijke rol in het onderhoud van schelpdiervijvers, en hebben zeer gunstige effecten op de groei, gezondheid en kwaliteit van tong. De combinatie van de kweek van zagers, met de kweek van tapijtschelpen en tong kan bovendien het bedrijfsresultaat verbeteren t.o.v. een bedrijf met zagers als enig product. Dit bevestigt het perspectief van een gemengd zilt bedrijf: een nieuw type agrarisch bedrijf dat verschillende plantaardige en dierlijke teelten in een zout milieu combineert tot een robuust bedrijfssysteem. Voor een gemengd zilt bedrijf is de opbrengst van zagers voorlopig nog de belangrijkste inkomstenbron. Dit product moet minimaal tegen een prijs van €5 per kg levend gewicht afgezet kunnen worden om een positief bedrijfsresultaat te kunnen bereiken. Doorontwikkeling van het gemengd zilt bedrijf kan de financiële afhankelijkheid van de zageropbrengst verminderen door: meer nadruk op de kweek van schelpdieren en vis, en koppeling met andere teelten waaronder de teelt van zeegroenten en wieren.

13. Referenties

- Bouquet, A.L. & P. Blachier, 2008.
Gestion du marais. Limitation du développement des végétaux aquatiques en marais salé: Macroalgues et Ruppias. Guide technique. Centre Régional d'Expérimentation et d'Application Aquacole, Prise de Terdoux, 17480 Le Château d'Oléron.
- Fonds, M., B. Drinkwaard, J.W. Resink, G.G.J. Eysink & W. Toet, 1989.
Measurements of metabolism, food intake and growth of *Solea solea* (L.) fed with mussel meat or with dry food. AQUACULTURE - A BIOTECHNOLOGY IN PROGRESS. N. De Pauw, E. Jaspers, H. Ackefors, N. Wilkins (Eds), European Aquaculture Society, Bredene, Belgium, p. 851-874.
- IFREMER, 1988.
La Palourde: dossier d'élevage. ISBN no. 2 -905434-16-3. Institut Francais de la Recherche pour l'exploitation de la MER, 106 pp.
- Kals, J., J. Capelle & V. Hemsing, 2009.
Conversie zagervoer-zagers-tong. Rapportage Zeeuwse Tong deelproject 2. IMARES Rapport C041/09.
- KWIN-AGV, 2012.
Kwantitatieve Informatie Akkerbouw en Vollegrondsgroenteteelt. Praktijkonderzoek Plant & Omgeving. Wageningen UR.
- KWIN-V, 2012-2013.
Kwantitatieve Informatie Veehouderij. Livestock Research Wageningen UR.
- KWIN-G, 2012.
Kwantitatieve Informatie Glastuinbouw.
- Smaal, A.C., H. Jansen, P. Kamermans & T. Schellekens, 2013.
Groei en gedrag van schelpdieren in vijverteelt, samenvattend eindrapport Zeeuwse Tong. IMARES rapport, in voorbereiding.
- Solidoro, C., R. Pastres, D. Melaku Canu, M. Pellizzato & R. Rossi, 2000.
Modelling the growth of *Tapes philippinarum* in Northern Adriatic lagoons. Mar. Ecol. Prog. Ser. 199, 137-148.

