

Nederlands Instituut voor Visserij Onderzoek (RIVO) BV

Postbus 68
1970 AB IJmuiden
Tel.: 0255 564646
Fax.: 0255 564644
Internet: postkamer@rivo.dlo.nl

Postbus 77
4400 AB Yerseke
Tel.: 0113 672300
Fax.: 0113 573477

RIVO Rapport

Nummer: C013/04

Verbetering broedval mosselen

P. Kamermans, E. Brummelhuis, J. Perdon, A. van Gool & J. Poelman

Opdrachtgever: Mossel Advies Commissie
Van het Productschap Vis
Postbus 133
4400 AC Yerseke

Project nummer: 3031220003

Contract nummer: 02.071

Akkoord: A.C. Smaal
Hoofd Centrum voor Schelpdieronderzoek

Handtekening: _____

Datum: april 2004

Aantal exemplaren: 50
Aantal pagina's: 49
Aantal tabellen: 2
Aantal figuren: 16
Aantal bijlagen: 1

In verband met de
verzelfstandiging van de
Stichting DLO, waartoe tevens
RIVO behoort, maken wij sinds 1
juni 1999 geen deel meer uit van
het Ministerie van Landbouw,
Natuurbeheer en Visserij. Wij zijn
geregistreerd in het
Handelsregister Amsterdam
nr. 34135929
BTW nr. NL 808932184B09.

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

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

Inhoudsopgave

Samenvatting	3
1. Inleiding	5
2. Moment broedval voorspellen	7
Inleiding	7
Methode	7
Resultaten en discussie	8
3. Schelpen uitzaai-proef	15
Inleiding en vergunningen	15
Methode	15
Resultaten en discussie	16
4. Proef met collector-touwen	18
Inleiding en vergunningen	18
Methode	18
Resultaten van proef met collector touwen vanaf de bodem en discussie	19
5. Proef met Bouchot-techniek	21
Inleiding en vergunningen	21
Methode	21
Resultaten en discussie	21
6. Natuurlijke hatchery/nursery	23
Inleiding	23
Methode	23
Resultaten en discussie	23
7. Overleving collector zaad	26
Inleiding	26
Methode	26
Resultaten en discussie	27
8. Predatieproef	32
Inleiding	32
Methode	32
Resultaten en discussie	35
9. Conclusies en aanbevelingen	40
Conclusies	41
Toekomst mogelijkheden voor gebruik collector techniek	42
Dankwoord	43

Samenvatting

Het project Verbetering Broedval Mosselen heeft tot doel nieuwe zaadwinmethoden te ontwikkelen om de productie van mosselzaad te vergroten. Dit rapport bevat de resultaten van twee jaar exploratieve studie. Hieruit zijn conclusies te trekken over de meest kansrijke methode voor de winning van mosselzaad op commerciële schaal. Er zijn drie proeven uitgevoerd met collectoren: uitzaaien van schelpen in de Waddenzee, gebruik van touwcollectoren in de Waddenzee, een proef met de Bouchot-techniek in de Oosterschelde. Daarnaast is een proef uitgevoerd waarbij gevangen mossellarven in bassins verder werden opgekweekt. Verder is het rendement van op percelen uitgezaaid collectorzaad vergeleken met wild zaad en is de voorkeur van krabben en zeesterren voor collector zaad in vergelijking met traditioneel gebruikt zaad bepaald. En tenslotte is drie jaar lang wekelijks op twee plaatsen in de Waddenzee en twee plaatsen in de Oosterschelde het aantal larven in het water geteld om de broedval te kunnen voorspellen. Ter controle is één of tweewekelijks de broedval op aangeboden substraten bepaald. Een goede voorspelling kan het effectief gebruik van collectoren ondersteunen.

In de Waddenzee en Oosterschelde is het gebruik van collector touwen die vanaf het wateroppervlak naar beneden hangen een methode die meer zaad oplevert en betrouwbaarder is dan het uitzaaien van schelpen, het gebruik van vanaf de bodem omhoog staande collector touwen en de Bouchot techniek. **Ook opkweek van larven in een natuurlijke hatchery/nursery leverde slechts een kleine hoeveelheid zaad.**

Na uitzaaiing op een perceel is de ontwikkeling van collectorzaad en wild zaad vergelijkbaar. Predatoren hadden geen voorkeur voor collectorzaad. Collector zaad is dus een goede bron van zaad voor de bodem cultuur. Kokostouw vangt goed mosselzaad en heeft bovendien een afbraaksnelheid van iets meer dan 4 maanden. Dit biedt mogelijkheden voor uitzaaien op percelen zonder dat het zaad verwijderd hoeft te worden van de collector.

Een opvallend resultaat van de larven en broed tellingen in Oosterschelde en Waddenzee is de lagere overleving van de larven in de Oosterschelde. Een eerste aanzet tot het ontwikkelen van een model om de broedval te voorspellen geeft bemoedigende resultaten. Verdere verfijning van het model is wenselijk.

Voor het succesvol verder ontwikkelen van nieuwe methoden van mosselzaadwinning zijn enkele vervolgstappen geïdentificeerd:

-
- Monitoring van larven, temperatuur en voedselaanbod kan samen met een verbeterde versie van het broedval model worden ingezet ten behoeve van effectief gebruik van collectoren.
 - Gecontroleerde kweek van mosselzaad is mogelijk kansrijker dan verdere ontwikkeling van een natuurlijk systeem. Gecontroleerde kweek van mosselzaad heeft als voordeel dat selectie van ouderdieren kan plaatsvinden, of dat vaker per jaar zaad geproduceerd kan worden.
 - Gecontroleerd opvangen van zaad op collectoren biedt mogelijkheden tot verbetering van de effectiviteit van het zaaien (b.v. van een bepaalde grootte). Dit kan d.m.v. zaaiproeven verder worden ontwikkeld. De resultaten kunnen op zowel collector zaad als op wild zaad worden toegepast. Het toepassen van collectoren op percelen betekent een optimalisatie van het gebruik van de percelen. Het is echter nog onduidelijk hoeveel percelen er daadwerkelijk in aanmerking komen voor collectoren. Daarom is het van belang ook mogelijkheden op diepere locaties te onderzoeken. Voor een effectief gebruik van collectortouwen moet het optimale aantal collector touwen per ha worden bepaald en de oogstmethode geoptimaliseerd. Dit is zowel belangrijk voor al bestaande wingebieden voor mosselzaad (de Krammer in de Oosterschelde en het Malzwin in de Waddenzee), als voor nieuwe gebieden.
 - Naast het optimaliseren van de methode is het van groot belang om inzicht te verkrijgen in de mogelijkheden voor vergunningen om de collector techniek op commerciële schaal te kunnen gebruiken.
 - Het verzamelen van mosselzaad met collectoren is wellicht ook in andere gebieden dan de Oosterschelde en Waddenzee mogelijk (b.v. de Noordzee, het Veerse Meer, de Westerschelde, de Grevelingen en de Haringvlietmonding). Larventellingen en proef collectoren kunnen hier meer inzicht in geven. Daarnaast is onderzoek wenselijk voor de succesvolle toepassing van de collector techniek op de relatief ruwe Noordzee.

1. Inleiding

Een aantal jaar geleden is het RIVO gestart met nieuw onderzoek naar de broedval van mosselen. Het project "ESSENSE" (Effects of Shellfish culture and options for Sustainable Exploitation) liep van 1998-2001 en werd gefinancierd door de Europese Commissie. Het project "Productie van mosselzaad met collectoren" liep van 2000-2001 en werd gefinancierd door de Mossel Advies Commissie en de Provincie Zeeland. Midden 2001 is het, eveneens door de Mossel Advies Commissie gefinancierde, project Verbetering Broedval Mosselen van start gegaan. In dit hoofdstuk worden beide eerder uitgevoerde projecten samengevat en aangegeven hoe het hier gerapporteerde onderzoek "Verbetering Broedval Mosselen" daarbij aansluit.

ESSENSE

ESSENSE was een samenwerkingsverband tussen 8 onderzoeksinstituten in Europa. Het RIVO onderzocht samen met het DIFRES (Danish Institute for Fisheries Research) de broedval van mosselen. Het onderzoeksgebied van het RIVO betrof de Oosterschelde en de westelijke Waddenzee. DIFRES richt zich op de Limfjord in Denemarken. In 1999, 2000 en 2001 zijn op verschillende plaatsen in de Oosterschelde wekelijks mossellarven in het water geteld. Bovendien is iedere twee weken de vestiging van broed op gaas gevolgd op verschillende plaatsen in de Oosterschelde en Waddenzee. Er is gaas uitgehangen op twee verschillende dieptes; ca. 1 m onder het wateroppervlak en de ca. 30 cm boven de bodem. Daarnaast zijn in 2001 ook in de Waddenzee mossellarven in het water geteld. Met behulp van de deze gegevens werden pieken in larven aantallen gesignaleerd en broedval op gaas gedetecteerd. In het voorjaar werd gemiddeld 7 weken na een piek in larven aantallen een piek in broedval gevonden. In het najaar werd geen patroon gevonden. De broedval was hoger in de Waddenzee dan in de Oosterschelde, vooral op het gaas bij de bodem.

Productie van mosselzaad met collectoren

In 2000 en 2001 is geëxperimenteerd met touwcollectoren en bodemcollectoren. Het meeste zaad werd verzameld aan de hangende touwen op test locaties in de Krammer (Oosterschelde) en het Malzwin (Waddenzee). Nieuw Zeelands touw gaf het beste resultaat. Er werd veel meer zaad gevangen op verticaal hangende substraten dan op horizontaal op de bodem geplaatste collectoren. Lege schelpen kunnen mosselzaad vangen. De opbrengst van deze collectoren was een stuk minder dan aan de touwen, maar zou uiteindelijk rendabeler kunnen zijn omdat de verwerking minder arbeid vraagt dan zaadwinning met touwen. Voor het grootste aantal mosselen per meter collector touw en een goede opbrengst in kilo's is oogsten in augustus het beste. Twee keer oogsten per seizoen is niet altijd haalbaar. De reden voor het verschil tussen

de jaren zou mogelijk kunnen liggen in het larven aanbod. Afritsen is een snelle manier van het verwijderen van het zaad van de collector touwen. Afritsen met borstels gaat veel beter dan met rubber flappen. Rekenvoorbeelden gebaseerd op de resultaten van het onderzoek geven aan dat de theoretische opbrengst met behulp van collector touwen ongeveer 3.000.000 tot 7.500.000 kg schoon zaad op 70 ha zou kunnen zijn. Dit is 8-20 % van de benodigde hoeveelheid voor de bodemcultuur. Of deze hoeveelheid in de praktijk ook zal kunnen worden bereikt hangt van een aantal onzekerheden af. Hierbij moet o.a. worden gedacht aan jaarlijkse verschillen in larvenaanbod, mogelijke vermindering van broedval bij een groter aantal collector touwen per ha of groeivertraging van het zaad bij hoge aantallen mosselen, en grenzen aan de optimalisatie van de oogstmethode.

Verbetering broedval mosselen

Het project Verbetering Broedval Mosselen is in twee perioden voor totaal 2 jaar gefinancierd door de Mossel Advies Commissie: van juli 2001 tot en met december 2002 en van juni 2003 tot en met januari 2004. Binnen de mosselsector worden door verschillende ondernemers experimenten uitgevoerd die gericht zijn op de ontwikkeling van nieuwe zaadwinmethoden om de productie van mosselzaad te vergroten (testen van verschillende typen collectormateriaal, vissen in nieuwe gebieden, alternatieve methoden voor zaad productie). In de Werkgroep Verbetering Broedval zijn deze initiatieven bijeengebracht waardoor de krachten zijn gebundeld en de kans op succes is vergroot. Het RIVO heeft de coördinatie van een dergelijke werkgroep op zich genomen. De werkgroep is in oktober 2001 gestart en in het totaal 12 keer bijeengekomen. Daarnaast is de begeleiding voortgezet door de begeleidingscommissie van het project "Productie van mosselzaad met collectoren" in de periode juli 2001-juli 2002. Daarna zijn de werkgroep en de begeleidingscommissie samengevoegd. Bij iedere werkgroepbijeenkomst zijn de wekelijkse larventellingen en tweewekelijkse tellingen van broed besproken. De resultaten van deze tellingen en de mogelijkheid om hiermee de broedval van mosselen te voorspellen worden in **hoofdstuk 2** gepresenteerd. Daarnaast zijn door de werkgroep zes proeven uitgevoerd: uitzaaien van schelpen in de Waddenzee (**hoofdstuk 3**), gebruik van touw-collectoren in de Waddenzee (**hoofdstuk 4**), een proef met de Bouchot-techniek in de Oosterschelde (**hoofdstuk 5**), opkweek gevangen mossellarven in bassins (**hoofdstuk 6**), bepaling van het rendement van collectorzaad op percelen (**hoofdstuk 7**), bepaling gevoeligheid voor predatie van verschillende soorten mosselzaad (**hoofdstuk 8**). In **hoofdstuk 9** worden de resultaten van hoofdstuk 2 tot en met 8 bediscussieerd en conclusies getrokken. Daarnaast worden in dit hoofdstuk aanbevelingen gedaan voor toekomstig gebruik van de collectortechniek.

2. Moment broedval voorspellen

Inleiding

Onder de vissers en kwekers is behoefte aan informatie over het tijdstip en de locatie van broedval. Zaadvissers willen de broedval niet verstoren en dus het vissen staken zodra de val begint. Daarnaast willen kwekers die gebruik maken van collectoren op het juiste moment en de meeste geschikte plaats de collectoren uitzetten. Het RIVO heeft in 2001, 2002 en 2003 wekelijks mossellarven en tweewekelijks broed geteld op verschillende plaatsen in de Oosterschelde en de Waddenzee.

Methode

Monstername

In de Oosterschelde en de westelijke Waddenzee zijn in het totaal 4 locaties gekozen om het larvenaanbod en de broedval van mosselen te onderzoeken (Figuur 1). Voor het larvenaanbod is in de drie jaren wekelijks in de periode van week 10 tot en met week 40 op iedere locatie 100 liter water bemonsterd. In 2001 en 2002 werd het oppervlakte water bemonsterd met een puts. In 2003 is zowel het oppervlakte water als het water 0.5 m boven de bodem bemonsterd met een dompel pomp. Bij iedere monstername van de larven werd de watertemperatuur van het oppervlakte water genoteerd. In alle jaren werd het watermonster voor de larven gefiltreerd over een planktonnet van 55 μ m waarna er een geconcentreerd monster van werd gemaakt van ongeveer 0,75 l. De monsters werden in 2001 en 2002 vers aangeleverd bij het RIVO en in 2003 aan boord gefixeerd met 4% met borax gebufferde formaline. In 2001 en 2002 zijn de monsters op het lab gefixeerd met 4% met borax gebufferde formaline. Voor analyse is het monster over een 50 μ m-zeefje geconcentreerd. Van dit concentraat zijn drie deelmonsters van ongeveer 1 ml genomen. Ieder deelmonster werd in een telcuvet geplaatst op een omkeermicroscop. Per deelmonster is het aantal mossellarven geteld en zijn de eerste 100 larven per monster opgemeten langs het langste deel van de schelpdierlarve. In de periodes waarin een larvenpiek werd verwacht (week 14 t/m 22 en week 30 t/m 37) is de larvenstand binnen 48 uur doorgegeven aan het Productschap Vis. In 2003 zijn de larventellingen daarnaast gepubliceerd in de nieuwsbrief van de Coöperatieve Producentenorganisatie van de Nederlandse Mosselcultuur U.A.

Om vestiging van mosselbroed te onderzoeken werd, per locatie, in de waterkolom een roestvrijstalen frame gehangen. Elk frame was voorzien van een pvc ring met ingespannen petticoat-gaas met een maaswijdte van 4 mm. Het frame hing ongeveer 30 cm boven de bodem. In 2001 en 2002 werd iedere 14 dagen een nieuwe ring met gaas geplaatst, in 2003

iedere week. De verwijderde ring werd naar het RIVO vervoerd waar het aantal mosselbroedjes op het gaas werd geteld.

Voorspellen

Om het moment van broedval te voorspellen zijn de gegevens van larven aantallen, watertemperatuur en chlorofyl (als maat voor het voedselaanbod) gebruikt. Chlorofyl waarden zijn opgevraagd bij www.waterbase.nl. Dit zijn gegevens van Rijkswaterstaat (RWS). Gegevens voor weken waarin wij wel en RWS niet gemeten heeft zijn geëxtrapoleerd uit de aanwezige gegevens. De tellingen van het broed op de rekjes dient als controle van de voorspelling. De hier gepresenteerde berekening van de week waarin de larven zich zullen gaan vestigen is een eerste aanzet om te komen tot een model. In de huidige versie van het model is een aantal aannamen gedaan die mogelijk in een latere fase kunnen worden vervangen door betere schattingen:

- bij een hogere temperatuur zullen de larven zich sneller ontwikkelen (2 weken van productie larf tot vestiging bij 20 °C en 4 weken bij 10 °C)
- bij een hoog voedselaanbod zullen de larven zich sneller ontwikkelen (3 weken bij 7 µg/l en 7 weken bij 1 µg/l)
- de sterfte van de larven is 80% per week
- het zoutgehalte van het water ligt in de range waarbinnen geen effect op de overleving van de larven wordt verwacht

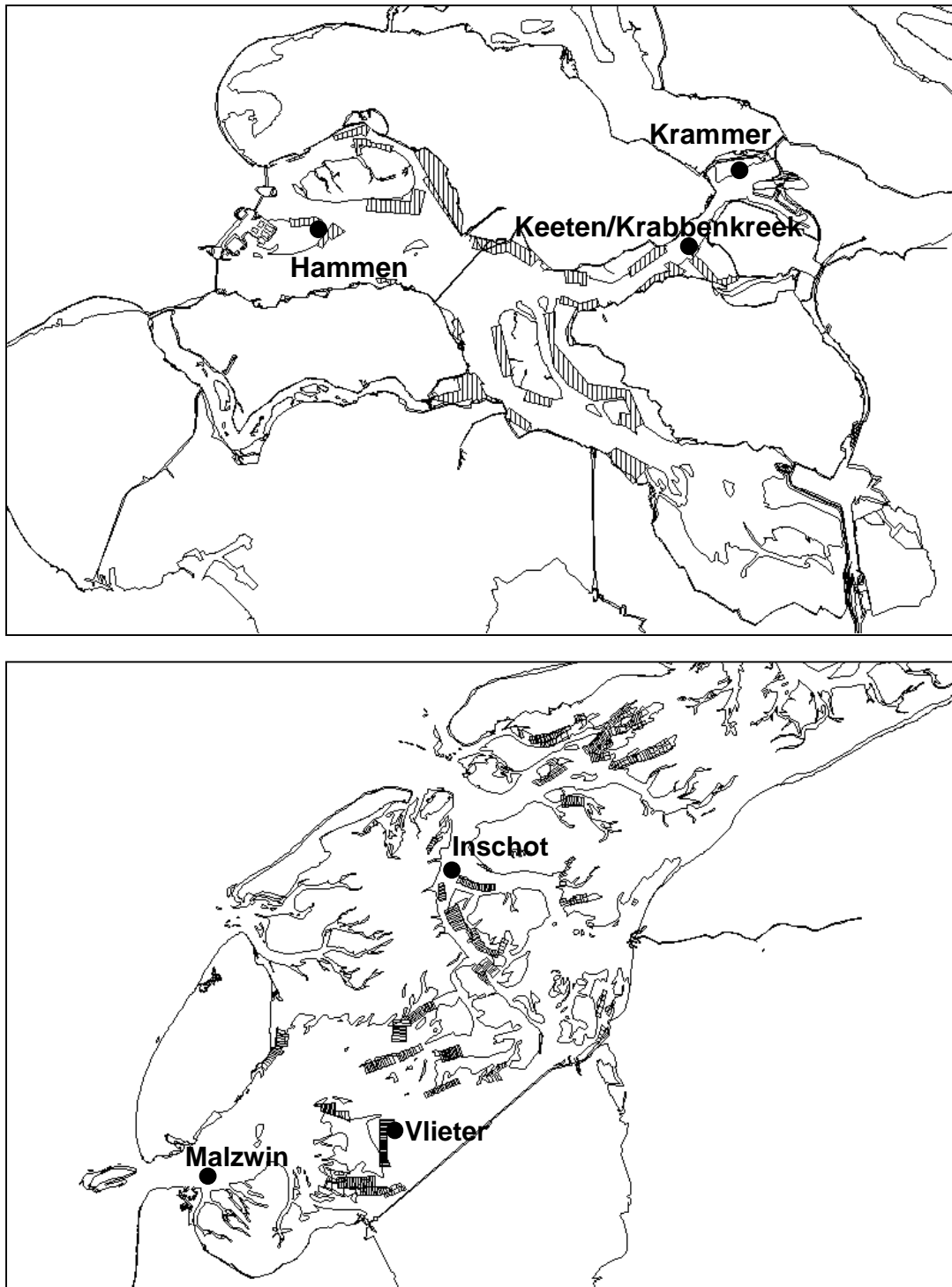
Voor elk van de aannamen is een formule opgesteld en met behulp van de formules is voor iedere locatie en iedere week berekend wat het aantal larven was dat zich zou kunnen gaan vestigen. Hierbij zijn niet de absolute aantallen van belang. We weten immers niet hoeveel liter water er nodig is om 1 cm² van het rekje met mosselbroed te bezetten. Het gaat hier om de relatieve waarden. Komt de week waarin in het hoogste aantal broedjes (de piek) wordt geobserveerd overeen met de voorspelling?

Resultaten en discussie

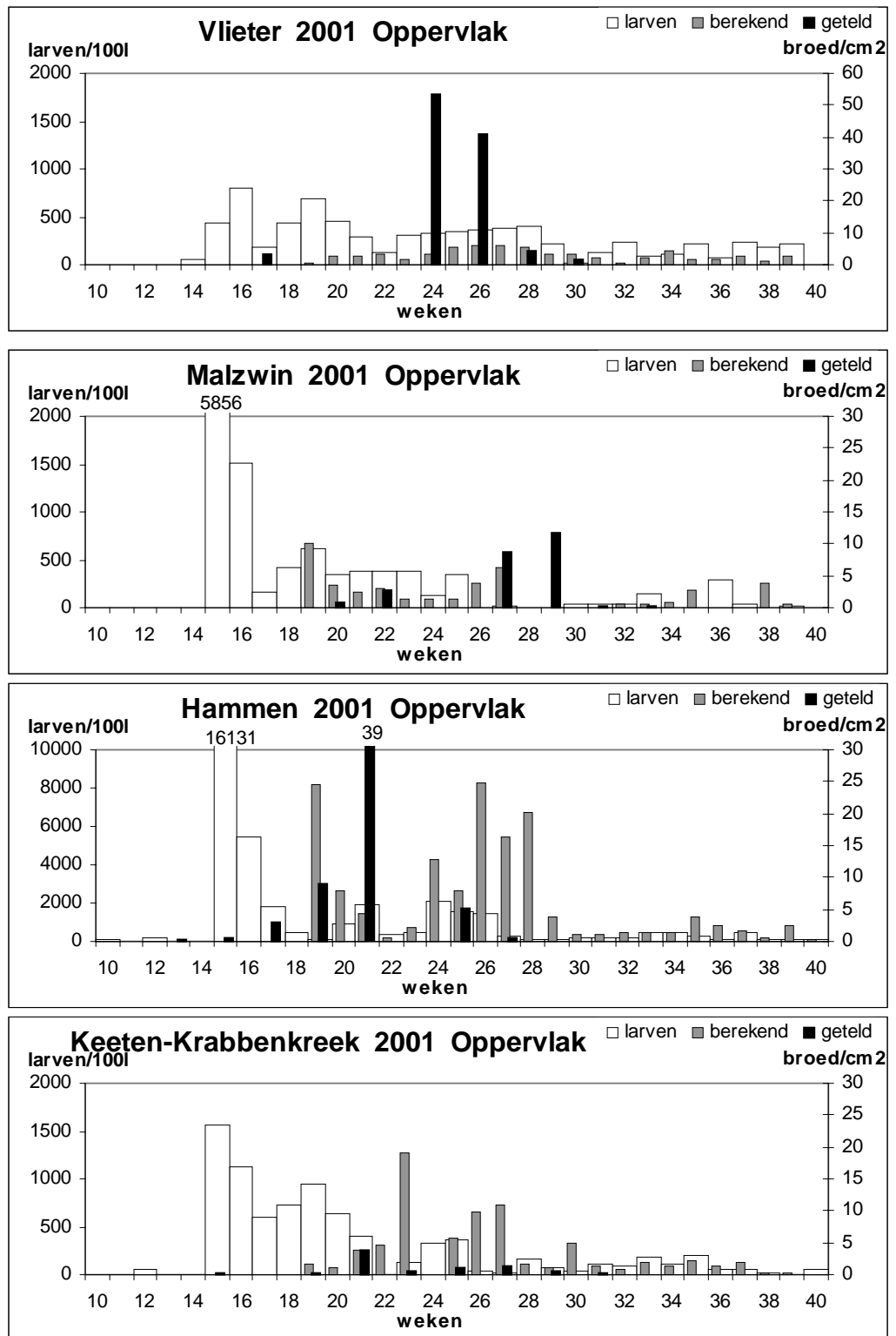
Figuur 2 tot en met 5 laten de resultaten van de tellingen van larven en broed en van de berekening zien. De larvenconcentraties vertonen over het algemeen een piek in de periode van week 14 tot en met 18. Verschillen in maximale concentraties zijn groot, dit geldt zowel voor verschillen tussen locaties, als voor verschillende jaren op dezelfde locatie. Er is vooralsnog geen patroon in te ontdekken. In 2003 zijn verschillen in larvenconcentraties tussen oppervlakte en bodem onderzocht (figuur 4 en 5). Er werden hogere concentraties mossellarven in de oppervlakte monsters dan in de bodem monsters aangetroffen. Alleen bij de locatie Krammersluizen was het omgekeerde het geval, hogere concentraties mossellarven in de bodem monsters. Aan de hand van het getelde broed is een veel minder duidelijke periode van

maximale broedval te bepalen: de piek wordt gevonden in de periode van week 19 tot en met week 29. Maximale aantallen per cm^2 verschillen wederom tussen locaties en jaren. Over het algemeen worden de grotere aantallen gevonden in de Waddenzee, dan in de Oosterschelde. De piek in aantallen broed, zoals berekend uit de larventellingen en temperatuur en chlorofyl gegevens, vertonen vaak geen overeenkomst met de piek in getelde aantallen broed. Alleen in de Waddenzee in 2003 is de overeenkomst goed. In 2003 is wekelijks broedval geteld, terwijl dat in 2002 en 2001 om de week gebeurde. Dit kan mogelijk de betere overeenkomst tussen de voorspelde en geobserveerde pieken in broedval verklaren. De resultaten van de Oosterschelde in 2003 ondersteunen dit echter niet. Daar valt vooral op dat de berekende waarden voor het broed veel hoger zijn dan de getelde waarden. Dit duidt op een lagere overleving van de larven in de Oosterschelde dan in de Waddenzee.

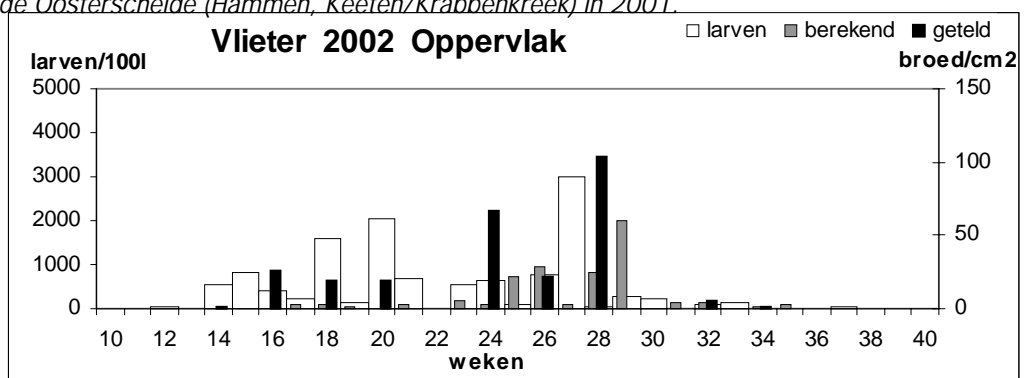
De modelberekeningen geven een eerste aanzet tot het voorspellen van de broedval van mosselen. De resultaten zijn bemoedigend, maar het model werkt nog niet in alle jaren en op alle locaties even goed. Het model moet worden verfijnd door de gebruikte aannames te verifiëren met literatuur waarden of metingen. Daarnaast kan het model worden uitgebreid met gegevens over de soortensamenstelling van de algen. Deze factor speelt waarschijnlijk ook een rol bij de ontwikkeling van de larven.

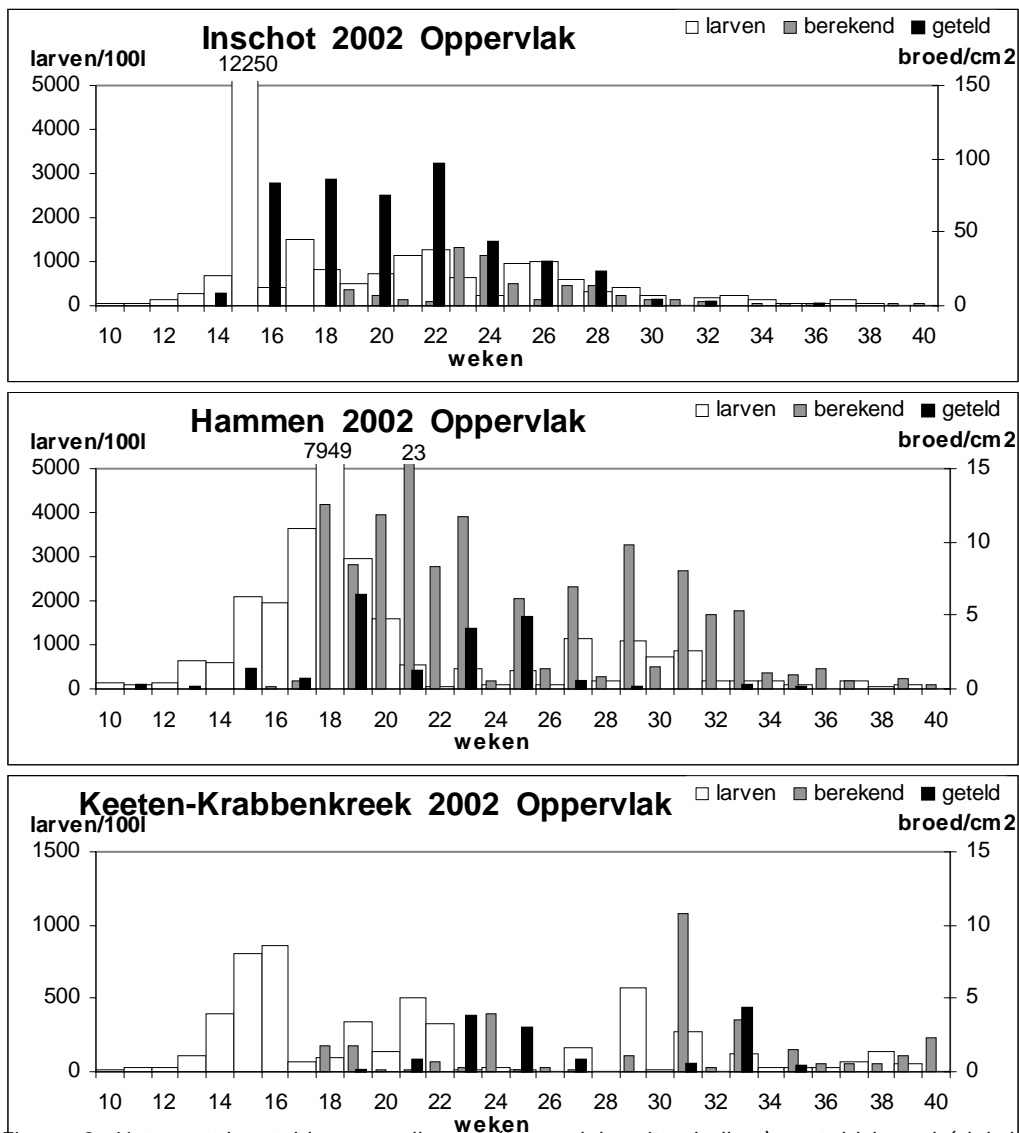


Figuur 1. De locaties van monsternamen voor de mossellarven en het broed in de Oosterschelde en de Waddenzee (mosselpercelen zijn ook aangegeven). De locatie Hammen in de Oosterschelde is genoemd naar de plaats waar in eerdere jaren monsters werden genomen.

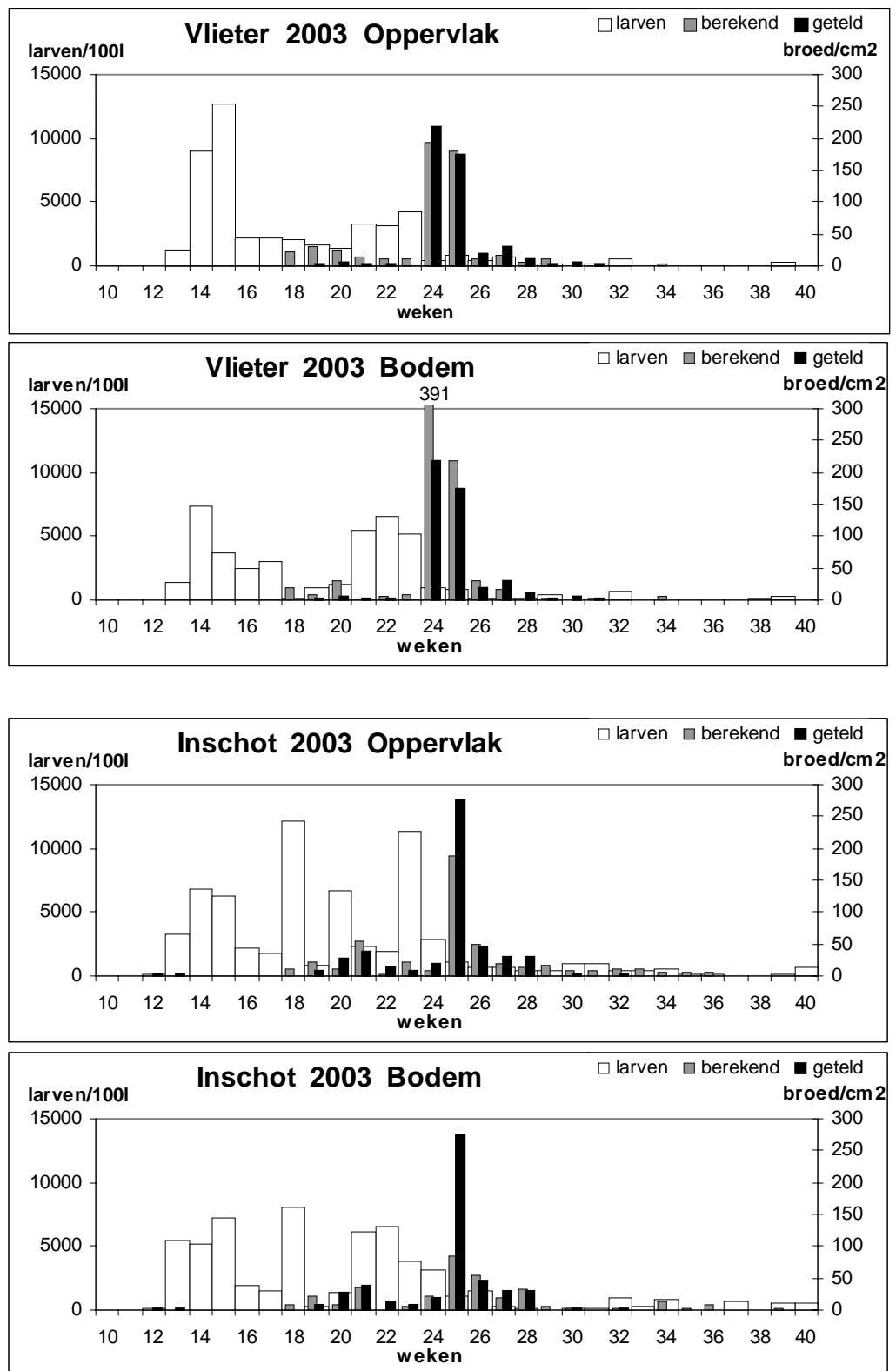


Figuur 2. Het aantal getelde mossellarven (oppervlak, witte balken), geteld broed (vlak boven bodem, zwarte balken) en voorspeld broed (grijze balken) in de Waddenzee (Vlieter, Malzwin) en de Oosterschelde (Hammen, Keeten/Krabbenkreek) in 2001.

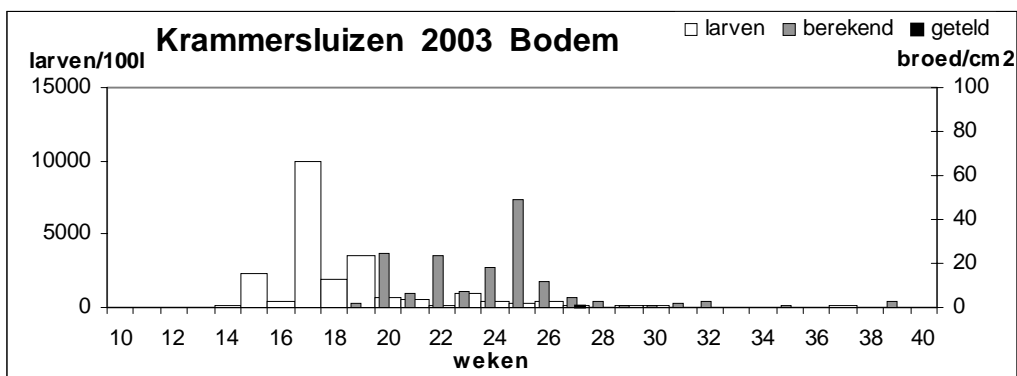
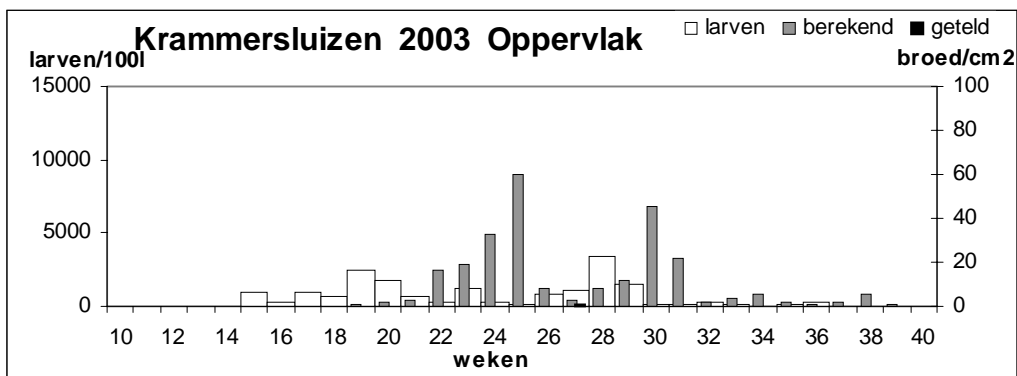
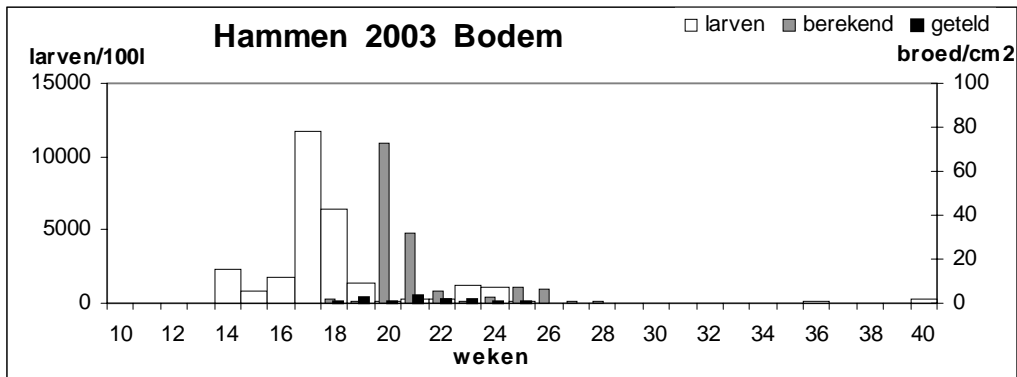
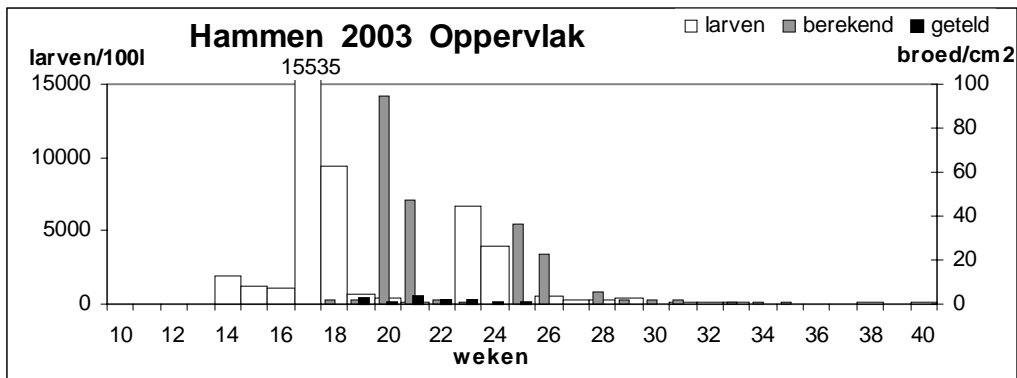




Figuur 3. Het aantal getelde mosselarven (oppervlak, witte balken), geteld broed (vlak boven bodem, zwarte balken) en voorspeld broed (grijze balken) in de Waddenzee (Vlieter, Inschot) en de Oosterschelde (Hammen, Keeten/Krabbenkreek) in 2002.



Figuur 4. Het aantal getelde mossellarven (oppervlak en bodem, witte balken), geteld broed (vlak boven bodem, zwarte balken) en voorspeld broed (grijze balken) in de Waddenzee (Vlieter, Inschot) in 2003.



Figuur 5. Het aantal getelde mossellarven (oppervlak en bodem, witte balken), geteld broed (vlak boven bodem, zwarte balken) en voorspeld broed (grijze balken) in de Oosterschelde (Hammen, Krammersluizen) in 2003.

3. Schelpen uitzaai-proef

Inleiding en vergunningen

Experimenten uitgevoerd in het kader van het project "Productie van mosselzaad met collectoren" in 2000 en 2001 hebben aangetoond dat het gebruik van lege mossel- en kokkelschelpen in oesternetten als collector goede opbrengsten aan mosselzaad kan leveren. De beste oogst was gemiddeld 300 mosselzaadjes per kg schelpen. Gebruik van 2 kg schelpen per m² zou een opbrengst van 600 zaadjes van 0,5 gram, ofwel 0,3 kg zaad per m² kunnen opleveren. De zaadvisserij wordt in het algemeen als lonend ervaren bij een minimale dichtheid van 0,1 kg mosselzaad per m². In het verleden zijn wisselende resultaten geboekt met het gebruik van lege schelpen als collector voor mosselzaad. Een systematische aanpak waarbij verschillende soorten schelpen op verschillende tijdstippen worden uitgezaaid kan helderheid brengen in de geschiktheid van deze methode. Het RIVO heeft namens de werkgroep een NB wet vergunningen voor de proef aangevraagd. Het gebied bij Texel dat gebruikt werd voor de experimenten met het uitzaaien van schelpen blijkt niet onder de NB wet te vallen, maar ook als dit wel het geval was geweest zou er toestemming verleend zijn. Een vergunning van de Wet beheer rijkswaterstaatswerken is nodig voor de gehele Waddenzee. Deze vergunning komt erop neer dat een veilig en doelmatig gebruik van het waterstaatswerk en een vrije doorvaart voor de scheepvaart verzekerd zijn. Een vergunning is aangevraagd bij Rijkswaterstaat, maar tot op heden is geen bericht ontvangen.

Methode

Uitzaaien van schelpen in de Oosterschelde werd door de werkgroep niet als een optie gezien, vanwege mogelijke broedval van oesters op de uitgezaaide schelpen. De proef is uitgevoerd in de Waddenzee op de percelen TX 3 en TX 15 nabij Texel in samenwerking met de heren L. Nieuwenhuize en Th. de Koning. Perceel TX 3 grenst aan de dijk en is 275 m breed. De diepte van het perceel TX 3 is 1,5 tot 2 meter met laagwater. De bovenste 100 meter van dat perceel was tijdens de proef niet in gebruik en was in drie vakken van ongeveer 9.000 m² opgedeeld. De diepte van het perceel TX 15 is 0,5 meter met laagwater. De bovenste helft van perceel TX 15 werd tijdens de proef niet voor andere doeleinden gebruikt. Die helft werd in 2 vakken van ongeveer 9.000 m² verdeeld. Ieder vak werd op een ander tijdstip ingezaaid met schelpen: direct voorafgaand aan het grootste aanbod van larven en op twee tijdstippen na het grootste aanbod aan larven (vóór de broedval piek en rond de broedval piek). De larven- en broedval pieken werden bepaald aan de hand van de Vlieter tellingen die het RIVO heeft uitgevoerd (zie hoofdstuk 3). Per vak werd, afhankelijk van de soort schelpen 5.000 -24.000 kg schelpen uitgezaaid. De schelpen waren afkomstig van de Zeeuwse Banier (mosselschelpen), van Rijn (Noordzee schelpen) en de Roem van Yerseke (*Spisula* schelpen). De proef werd gevolgd door

regelmatig een monster schelpen uit de vakken te verzamelen en op het RIVO te controleren op zaadval. Tabel 1 geeft een overzicht van het zaai- en oogstschema. Er werd afgesproken dat de eigenaar van het perceel, bij eventuele broedval, het zaad verder mocht verwerken.

Tabel 1. Het zaai- en oogstschema van de schelpen uizaai-proef in de Waddenzee in 2002.

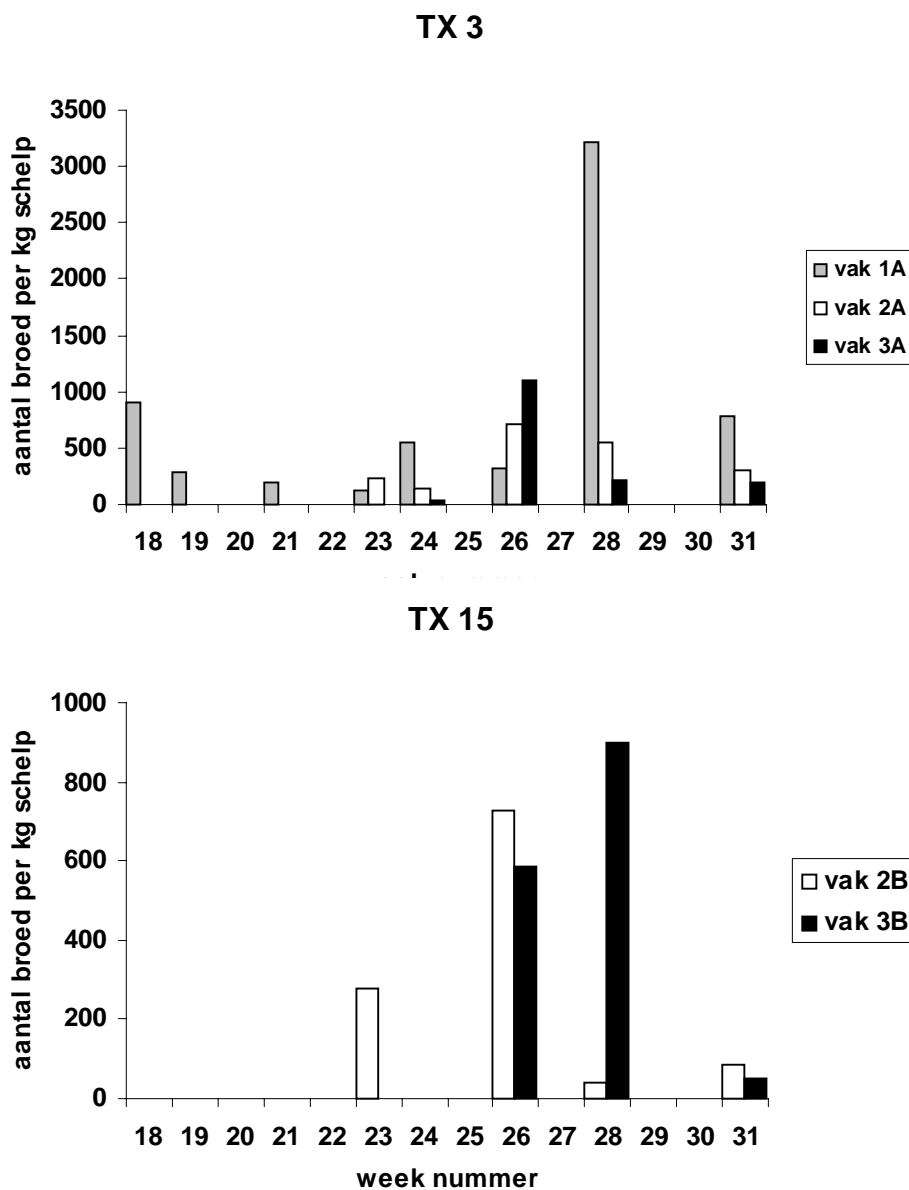
perceel	TX 3	TX 3	TX 3	TX 15	TX 15
vak nummer	1A	2A	3A	2B	3B
hoeveelheid en soort schelpen	40 m ³ mosselschelpen	20 m ³ mosselschelpen en 20 m ³ Noordzee schelpen	20 m ³ mosselschelpen en 30 m ³ spisula schelpen	20 m ³ mosselschelpen en 20 m ³ Noordzee schelpen	20 m ³ mosselschelp en en 30 m ³ spisula schelpen
oogst week	18, 19, 21, 23, 24, 26, 28, 31	23, 24, 26, 28, 31	24, 26, 28, 31	23, 26, 28, 31	26, 28, 31

Resultaten en discussie

De zaaidichtheid van schelpen was 0.5 kg per m² in vak 1a, 1.25 kg per m² in vak 2a en 2b en 1.35 kg per m² in vak 3a en 3b. Alle bemonsteringen leverde mosselbroed op (Figuur 6). Het broed zat erg los, dus niet met byssusdraden aan de schelpen. Opvallend was dat er veel schelpen van messen zijn opgevist, terwijl die niet zijn gezaaid. Soms zat er nog vlees aan de schelpen van de messen. De percelen bevatten blijkbaar van nature veel messen. Apart bekeken Spisula schelpen leverden minder broed dan de andere schelpen (ongeveer 10% van het totaal). De Spisula fractie werd als eerste uit het monster geselecteerd. De meeste broedjes werden aangetroffen in de rest fractie van het monster, d.w.z. alles wat over blijft als de schelpen eruit zijn gezocht (b.v. zand). De volgorde van uitzoeken van de verschillende schelpfracties kan de resultaten dus hebben beïnvloedt. Een andere verklaring voor de lage aantallen broed op de Spisula schelpen kan de aanwezigheid van een vettig laagje zijn dat na het koken achterblijft en dat mogelijk een nadelige invloed op de vestiging van mosselbroed heeft.

Het maximum was ruim 3000 broedjes per kg schelpen (Figuur 6). De grootte van het broed varieerde tussen de 0.1 en 2.8 mm. Er was geen toename in grootte in de tijd. In tegenstelling tot oesterbroed vestigt mosselbroed zich niet permanent. Wanneer de omstandigheden niet gunstig zijn kan het broed zich weer verplaatsen. De resultaten van het huidige experiment geven aan dat een dergelijk proces zich waarschijnlijk heeft voltrokken: nieuw broed heeft zich

steeds tijdelijk gevestigd terwijl grotere exemplaren weer verdwenen. In het najaar waren vrijwel alle uitgezaaide schelpen van de percelen verdwenen.



Figuur 6. Aantallen mosselbroed geteld op schelpenmonsters uit de vakken van de schelpen uitzaai-proef uit 2002 op de percelen TX 3 en TX 15 in de Waddenzee.

4. Proef met collector-touwen

Inleiding en vergunningen

Experimenten uitgevoerd project "Productie van mosselzaad met collectoren" in 2000 en 2001 hebben aangetoond dat het gebruik van collector touwen goede opbrengsten aan mosselzaad kan leveren. De oogst was tot 11 kg zaad per meter collector touw. De beste resultaten werden gehaald bij een verticale uithanging van de touwen vanaf het wateroppervlakte. Dit is ook de methode die wordt toegepast in van de hangcultuur van de heer B. Landa in de Krammer (Oosterschelde) en door West 6 B.V. en later Prins & Dingemanse in het Malzwin (Waddenzee). De werkgroep ziet mogelijkheden voor een experiment met touwen met drijvende boeien (Figuur 5a), gezien de toestemming die West 6 B.V. (en later Prins & Dingemanse) hebben gekregen voor een drijvende zaadvang opstelling in het Malzwin, en omdat de opstelling maar een aantal maanden aanwezig zal zijn. Daarnaast heeft de heer J. Vette van Vette en Verhaart een ontheffing van de NB wet voor het plaatsen van touwen zonder drijvende boeien in de Waddenzee. De proef betreft het uitzetten van collector touwen waarbij de onderkant is bevestigd aan de bodem en de bovenkant is voorzien van drijfvermogen dat onder het wateroppervlakte blijft (Figuur 5b). Door een vergelijking van de proef met omhoog staande touwen onder water (Figuur 5b) en de proef met drijvende boeien (Figuur 5a) is het mogelijk de voor en nadelen van beide bevestigings-methoden en de effectiviteit van zaadopvang in kaart te brengen. Bevestiging van de collectoren aan de bodem heeft als voordeel dat de boeien niet aan het wateroppervlakte te zien zijn, en bevestiging vanaf het wateroppervlakte heeft als voordeel dat vraat door krabben en garnalen veel minder optreedt. Vette en Verhaart hebben ingestemd hun proef uit te breiden met een proef met drijvende boeien. Een ontheffing van de NB wet en de Wet beheer rijkswaterstaatswerken is aangevraagd en verleend.

Methode

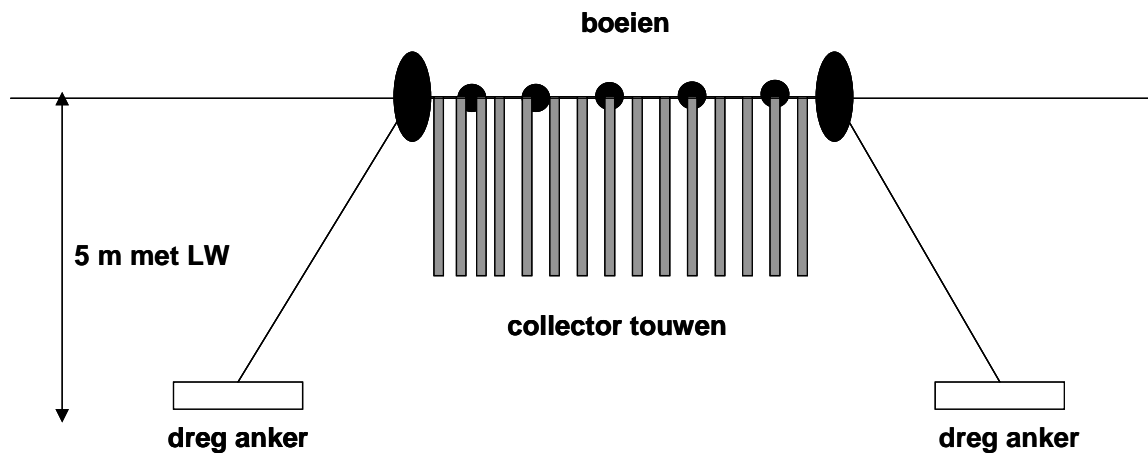
Het plan was dat de touwen werden bevestigd aan drijvende boeien en de onderkant werden verzwaard zodat de touwen naar beneden hangen (Figuur 7a). Verder zou hetzelfde soort touw worden gebruikt als bij de omhoog staande touwen met lijnen onder water. De opstellingen zou door Vette en Verhaart op de percelen Doove Balg 31 en 32 worden geplaatst. Uiteindelijk is afgezien van de proef met touwen aan drijvers i.v.m. verwachte problemen met er doorheen varende schepen.

De proeven met omhoog staande touwen in de Dove Balg zijn wel uitgevoerd. Vijftien stukken kokostouw van 2 m lang en 4 mm dikte zijn aan kettingen bevestigd die met dregankers waren vastgelegd. Daarnaast zijn ook twee stukken kunstmatig zeewier (het Japanse touw uit het project "Productie van mosselzaad met collectoren") aan een ketting bevestigd. Ieder stuk

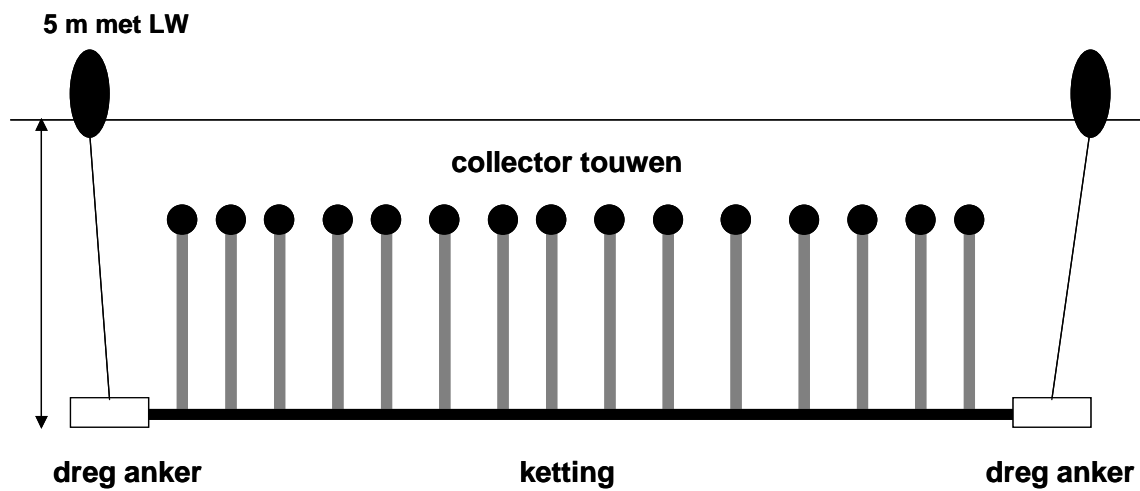
collector touw was voorzien van een kleine drijver die niet boven het wateroppervlakte uitkwam (Figuur 7b). De ankers waren met boeien gemarkeerd. Het idee is dat het kokostouw zal verteren na opvang van het zaad en bij het kunstmatige zeewier zal het zaad er uiteindelijk afvallen als het groot genoeg is.

Resultaten van proef met collector touwen vanaf de bodem en discussie

Op 2 mei 2002 zijn de proeven met omhoog staande touwen in de Dove Balg gestart. Begin juni werden speldenknopjes van mosselzaad op de touwen geobserveerd. Eind juli was geen mosselzaad meer aanwezig, en lagen de meeste touwen op de grond door aangroei. Eind augustus was het meeste kokostouw verteerd. De rest van de opstelling is intact gebleven. Er was dus geen sprake van wegspoelen of verzanden. De proef leverde uiteindelijk geen zaad op. Waarschijnlijk was het contact met de bodem te groot waardoor er vraat door predatoren is opgetreden.



Figuur 7a. De opstellingen om zaad te vangen met collector touwen aan drijvende boeien in de Dove Balg in de Waddenzee.



Figuur 7b. De opstellingen om zaad te vangen met omhoog staande touwen in de Dove Balg in de Waddenzee.

5. Proef met Bouchot-techniek

Inleiding en vergunningen

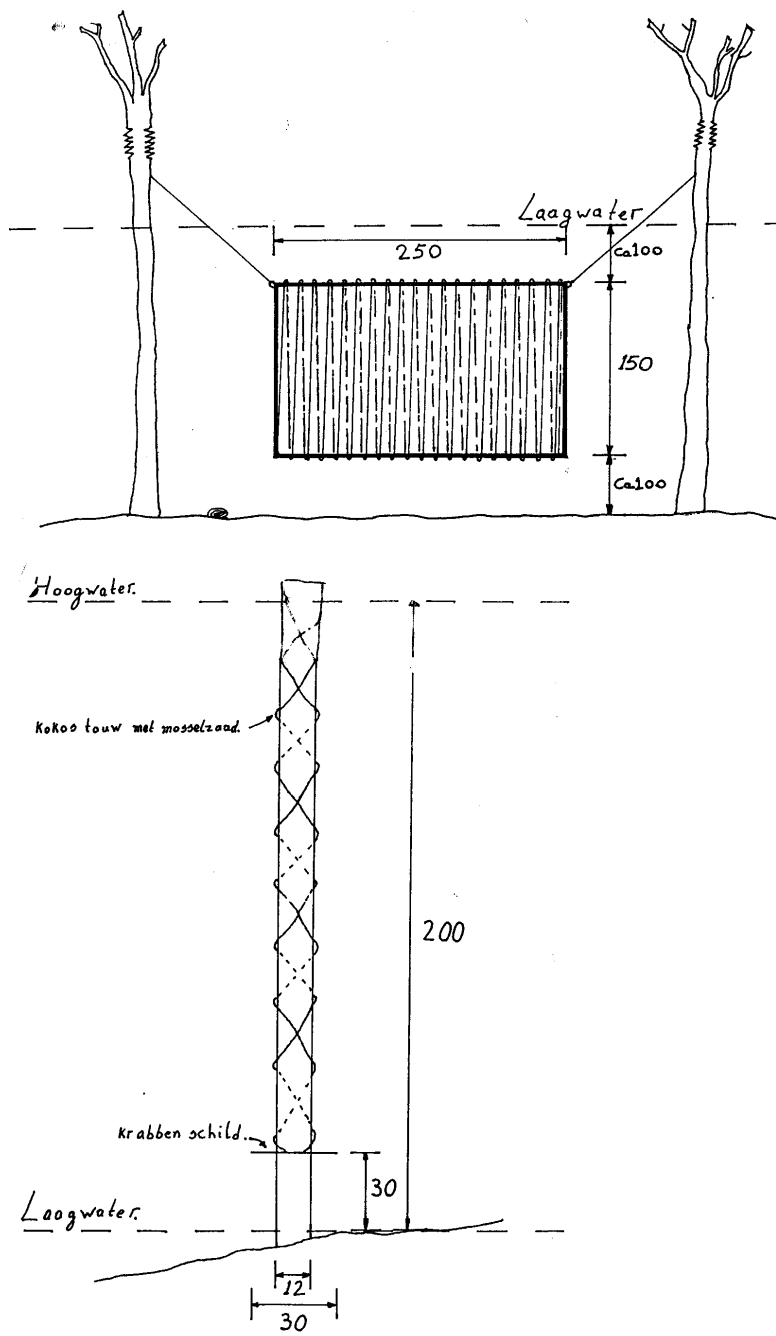
De ervaring van de kwekers is dat mosselzaad van droogvallende locaties een hardere schelp heeft dan mosselzaad van diepe locaties. Dit verschil lijkt de oorzaak van een betere overleving van het zaad van de platen. De heer Th. de Koning heeft het initiatief genomen tot een proef met als doel met behulp van collector touw gevangen zaad verder op te kweken op palen die droogvallen en zo harder zaad te produceren. Dit is een methode die in Frankrijk wordt toegepast onder de naam Bouchot. Een ontheffing van de NB wet en de Wet beheer rijkswaterstaatswerken is aangevraagd en verleend.

Methode

De proef is op een perceel van de heer de Koning in het Oude Slaak uitgevoerd. Kokostouw is op een frame gespannen die tussen bakens is opgehangen (Figuur 8a). Om het frame is ca 60 m touw geslagen verdeeld in stukken van 4 m. Op 1 mei 2002 is het frame met kokosvezel touw in het water gehangen. Nadat het touw zaad had gevangen werd de helft van het touw rond twee palen geslagen (Figuur 8b). Deze palen stonden op een droogvallend gedeelte van het perceel en bleven zichtbaar met hoog water. Zowel het frame als de palen waren voorzien van een krabben schild om vraat te voorkomen. In augustus/september zou het zaad van de palen en het frame worden verwijderd en op het perceel worden uitgezaaid. De overleving van het frame-zaad en het paal-zaad zou door het RIVO worden gevolgd.

Resultaten en discussie

Begin juli 2002 was het op de touwen aanwezige zaad nog vrij klein (2 mm tot 1 cm). Eind juli is de helft van het touw naar de twee palen verplaatst. Op 9 augustus was het zaad op het frame ongeveer 2 cm. Van het zaad op de touwen rond de palen was vrijwel niets meer over. De vraag is of predatie door vogels de oorzaak is of dat het zaad niet genoeg gehecht was en weg is gespoeld. De palen stonden ook relatief lang droog, wat waarschijnlijk ongunstig was. Een vergelijking van de overleving van paalzaad en framezaad was, door het verdwijnen van het paalzaad, niet meer mogelijk.



Figuur 8. De opstellingen om zaad te vangen met collector touwen in het Oude Slaak in de Oosterschelde.

6. Natuurlijke hatchery/nursery

Inleiding

In een hatchery (broedkamer) worden larven van schelpdieren geproduceerd met behulp van ouderdieren en opgekweekt tot broed en in een nursery (kinderkamer) wordt broed opgekweekt tot zaad. Op twee plaatsen in Europa (Ierland en Noorwegen) worden platte zaaioesters gekweekt onder natuurlijke omstandigheden. Hierbij wordt buitenwater in vijvers gebracht waarna de oesters paaïen en het broed opgroeit. Er wordt geen extra voedsel toegevoegd. De heer J. Dingemanse heeft een proef uitgevoerd waarbij op vergelijkbare wijze mosselzaad werd gekweekt. In plaats van het laten paaïen van mosselen is in deze proef gebruik gemaakt van rijpe larven die in de Oosterschelde zijn gevangen.

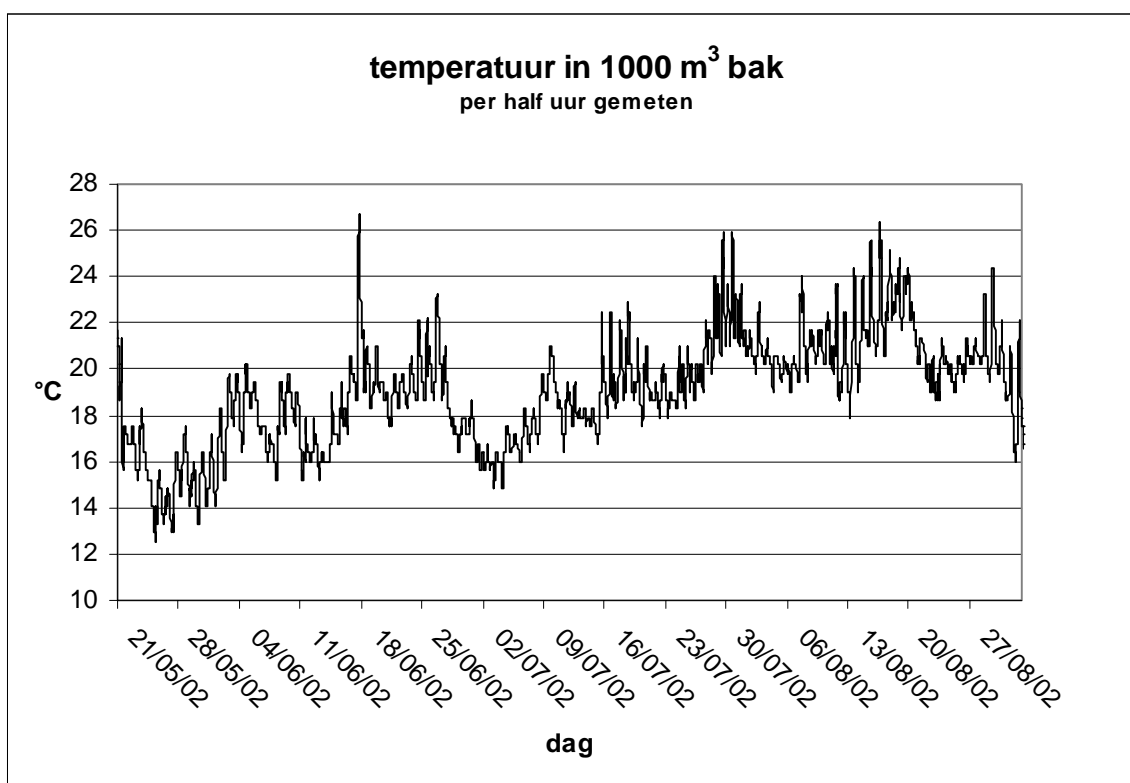
Methode

Op 21 mei 2002 heeft de Valk op drie verschillende manieren water in de Hammen gemonsterd. Het tijdstip en de locatie zijn bepaald aan de hand van de Oosterschelde tellingen die het RIVO uitvoert in opdracht van het PV (zie hoofdstuk 2). De monsters zijn drie weken na de larven piek in de Hammen genomen. De aanname hierbij was dat de larven vanaf dat moment rijp voor vestiging zouden zijn. Het water is opgepompt met een dompelpomp. Een eerdere proef in de Hammen had laten zien dat een dompelpomp de larven niet kapot maakt. 1 m³ is gepompt aan het wateroppervlakte (oorsprong larven = oppervlakte water) en 1 m³ op 7-8 m onder het wateroppervlakte (oorsprong larven = diep water). Het oppervlakte water en het diepe water zijn in 2 bakken van 1 m³ gebracht. Daarnaast is ongeveer 45 minuten water gepompt door een 55 µm planktonnet (oorsprong larven = geconcentreerd water). De inhoud van het 55 µm planktonnet is in een derde bak gebracht met 1 m³ water. Direct na monsternamen in de Hammen is de concentratie en grootte van de larven bepaald. De bakken werden belucht om het water in beweging te houden. Als vestigingssubstraat zijn op de bodem van de bakken lege mosselschelpen gelegd en is in iedere bak een uienzak gehangen. In de bak met oppervlakte water is de temperatuur gemonitord en iedere week werd in alle bakken de concentratie larven in het water, het zoutgehalte, de pH en de concentratie aan kleine algen (10-30 µm) bepaald. Na drie weken waren er geen larven meer aanwezig in het water. Op de bakken is toen doorstroming van 5000 liter per uur aangebracht waarbij water van een oesterpunt door de bakken werd gepompt. Aan het einde van het experiment, op 2 september 2002, is het aantal en de grootte van het zaad bepaald.

Resultaten en discussie

Tabel 2 toont de aantallen larven die de monsternamen in de Hammen heeft opgeleverd. De larven waren 0.10-0.14 mm groot. Gedurende het experiment was de temperatuur van het

water gemiddeld 19°C met een minimum van 12.5°C en een maximum van 27°C (Figuur 9). De pH lag tussen 8.36 en 8.54 en het zoutgehalte tussen 26.4 en 30.2 psu. Deze waarden zijn niet ongunstig voor mosselen. Het voedselaanbod was in de periode dat het water stilstond 1 miljoen algencellen per liter. Uitgaande van een voedselbehoefte van 5000 cellen per larf per uur en maximaal 35 larven per liter was voldoende voedsel aanwezig. In de doorstroomperiode waren 30 miljoen algencellen per liter per uur beschikbaar. Uitgaande van een voedselbehoefte van 350000 cellen per broed per uur en maximaal 35 broedjes per liter was voldoende voedsel aanwezig. Desondanks werd aan het einde van het experiment zeer weinig zaad aangetroffen (Tabel 2). Aan het einde van het experiment waren de mosselen gemiddeld 9 mm. De hoge sterfte is waarschijnlijk toch veroorzaakt door voedselgebrek. Naast mossellarven waren ook larven van andere schelpdiersoorten en andere kleine dieren mee gevangen. Deze hebben waarschijnlijk ook van de algen gegeten. In de Oosterschelde is de toevoer van nieuwe algen waarschijnlijk groter. Daarnaast is waarschijnlijk vraat door b.v. krabben, vissen of andere predatoren in de bakken opgetreden. Deze dieren werden aan het einde van het experiment in de bakken aangetroffen. Een verschil tussen de nursery proef en het gebruik van collectortouwen in het veld is dat er in de nursery een beperkt aantal larven aanwezig is aan het begin van de proef terwijl in het veld continue nieuwe larven worden aangevoerd.



Figuur 9. Temperatuur in de bak met oppervlakte water in de periode 21 mei tot en met 2 september 2002.

Tabel 2. Aantal mossellarven en mosselzaad in de bassins van de nursery proef.

oorsprong larven	begintelling 21-5-02 aantal larven 1000 m ³ per bak	eindtelling 2-9-02 aantal zaad per 1000 m ³ bak
oppervlakte water	9000	0
diep water	35000	6
geconcentreerd water	14500	137

7. Overleving collector zaad

Inleiding

Proeven met mosselcollectoren leveren een selectie van daadwerkelijk geschikt collectoren-materiaal. Dit biedt concreet perspectief om het gebruik van collectoren te optimaliseren en commercieel toe te passen in de praktijk. Een belangrijke stap voor succesvol gebruik van collectoren is de bepaling van de overleving van het collectorzaad op de percelen. Hoe verhoudt de groei en sterfte van zaad gewonnen met collectoren zich tot de groei en sterfte van wild zaad? Om dit te bepalen is in samenwerking met dhr. W. Schot een experiment uitgevoerd.

Methode

Midden september 2001 is door dhr. W. Schot op perceel 40/41 in de Hammen collector zaad van de hangcultuur van dhr. B. Landa uit de Krammer uitgezaaid. Op het naastgelegen perceel 42/43 is wild zaad dat is gevist in de Waddenzee uitgezaaid. Op het droogvallende perceel 44 in de Zandkreek is op 3 september 2001 door dhr. W. Schot wild zaad dat is gevist in de Oosterschelde uitgezaaid. Door het RIVO is op 17 oktober 2001 aan de bovenkant van het perceel collectorzaad van de hangcultuur van dhr. B. Landa uit de Krammer gezaaid in een gebied van 4x4 m. Voor beide typen zaad was de zaaidichtheid 200 mosselton per hectare, dit is 2 kg/m². Daarnaast is collectorzaad van het project "Productie van mosselzaad met collectoren" afkomstig uit de hangcultuur in de veerhaven van Anna Jacobapolder en wildzaad uit de Oosterschelde in netten (maaswijdte 4 mm) in het bassin van het RIVO gehangen. Zowel het wilde zaad als het collector zaad kwam dus uit permanent onder water staande gebieden.

Op twee tijdstippen in de Zandkreek en drie tijdstippen in de Hammen zijn van het wilde zaad en het collector zaad monsters genomen. In de Zandkreek is het collectorzaad wegens verlate beschikbaarheid ook later gezaaid. Daarom heeft de eerste bemonstering van wild en collector zaad op twee verschillende tijdstippen plaatsgevonden. Per type zaad werden steeds 5-8 monsters genomen, in de Zandkreek met een ring met oppervlakte van 0.047 m² en in de Hammen met een bodemhapper met een oppervlakte van 0.055 m². Van ieder monster werd het totale gewicht aan mosselen bepaald. Van 50 mosselen per type zaad werd daarnaast ook de schelpenlengte, het schelpgewicht en het as-vrij drooggewicht van het vlees bepaald. Op drie tijdstippen werd in de netten in het RIVO bassin het totale gewicht per net en de schelpenlengte van de mosselen bepaald.

Resultaten en discussie

De overleving van het collector zaad in vergelijking met het wilde zaad wordt weergegeven in figuur 10. In de Zandkreek was kort na zaaien al minder collector zaad dan wild zaad aanwezig (Figuur 10a). In december was er vrijwel geen collector zaad meer over en is de proef gestaakt. Waarschijnlijk heeft predatie door vogels plaatsgevonden. Ook in de Hammen nam het aantal zaad af (Figuur 10b). Deze afname was sterker voor het collectorzaad dan voor het wilde zaad. Dit wijst op een grotere predatie op collector zaad. En in het bassin op het RIVO nam zowel het aantal wild zaad als het aantal collector zaad sterk af. Waarschijnlijk waren de omstandigheden voor het zaad niet optimaal in de netten.

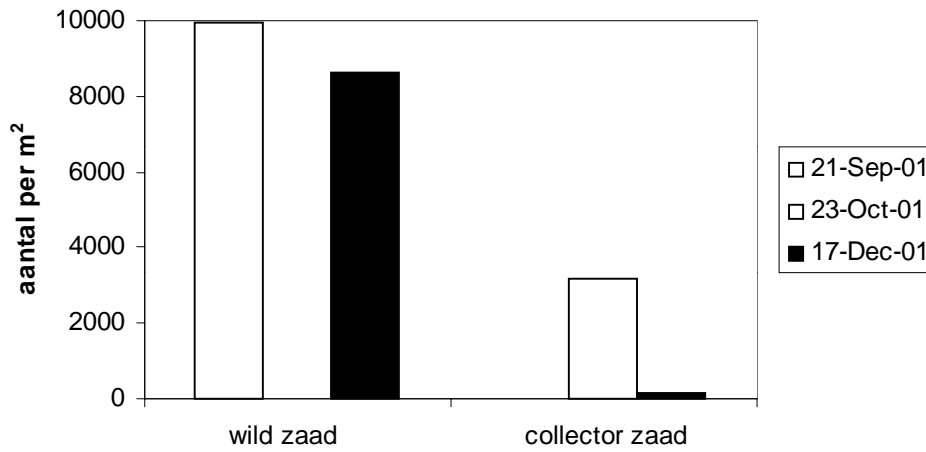
De groei van het collector zaad in vergelijking met het wilde zaad wordt weergegeven in figuur 11. Bij aanvang van de proef in de Zandkreek was het wilde zaad gemiddeld kleiner dan het collector zaad (Figuur 11a). Het wilde zaad laat vervolgens groei zien, terwijl het collector zaad in gemiddelde lengte afneemt. Waarschijnlijk was het iets grotere zaad aantrekkelijker voor vogels. In de Hammen trad bij beide typen zaad een goede groei op (Figuur 11b). Het collector zaad begon ook hier iets groter en eindigde daardoor ook wat groter. In het RIVO bassin werd ook groei van het zaad gemeten (Figuur 11c). De toename was voor beide typen zaad echter niet veel. In september 2002 was de gemiddelde eindlengte ongeveer 20 mm. Dit wijst op ongunstige omstandigheden in de netten.

De optelsom van groei en sterfte bepaalt de hoeveelheid zaad. Dit is weergegeven in Figuur 12. In de Zandkreek was voor beide typen zaad de groei zo laag en de sterfte zo hoog dat de totale hoeveelheid afnam (Figuur 12a). In de Hammen is een toename in hoeveelheid zaad opgetreden tussen januari en juni (Figuur 12b). Deze toename was iets sterker voor het wilde zaad dan voor het collector zaad. Dit is een gevolg van de lagere sterfte van het wilde zaad. In het bassin op het RIVO vertoonde de hoeveelheid zaad een afname (Figuur 12c). De sterfte was hier zo hoog dat deze niet werd gecompenseerd door de groei.

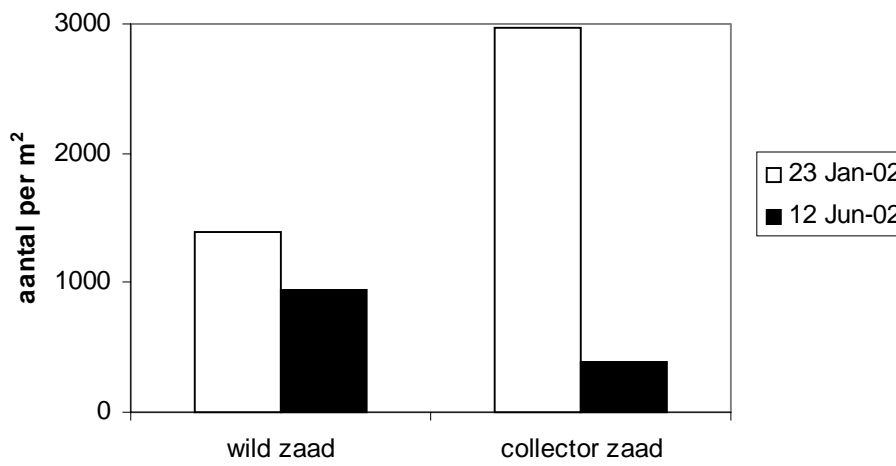
Voor het zaad uit de Zandkreek en de Hammen zijn relaties tussen schelp lengte en schelpgewicht en schelp lengte en as-vrij drooggewicht van het vlees bepaald (Figuur 13). De overlap tussen beide soorten zaad geeft aan dat de ene soort geen zwaardere schelp of een groter vleesgewicht heeft dan de andere soort. Voor het schelpgewicht is dit een opmerkelijk resultaat omdat de ervaring is dat de schelp van collector zaad zachter is dan dat van wild zaad. Mogelijk is de chemische samenstelling of structuur van de schelpen wel anders.

Op 12 augustus 2002 zijn de collector mosselen uit de Hammen op de veiling gebracht. Ze hadden een stukstal van 228 en een vleesgehalte van ruim 30 kilo vis per mosselton. Er is in totaal ca. 2000 mosselton collectorzaad gezaaid en 4000 mosselton geoogst.

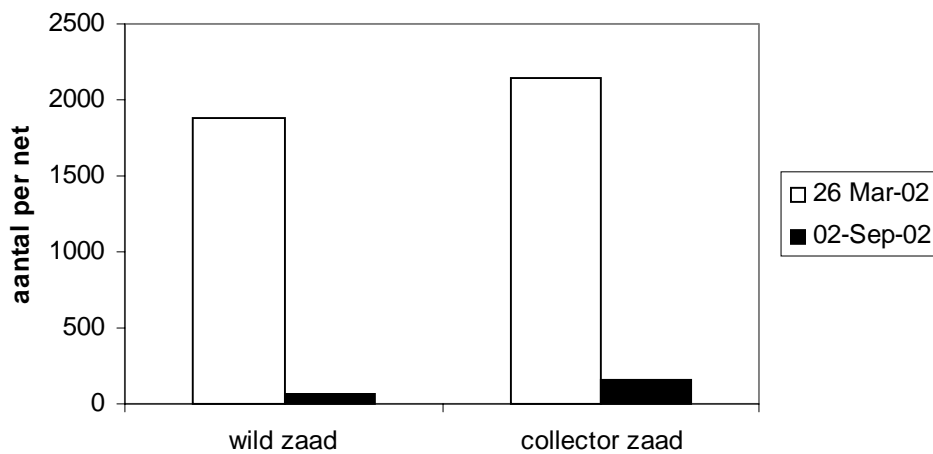
Zandkreek



Hammen

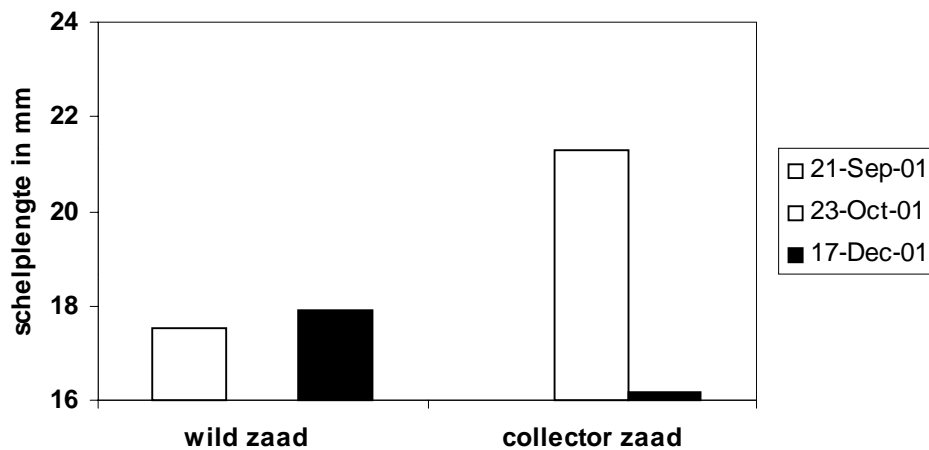


RIVO bassin

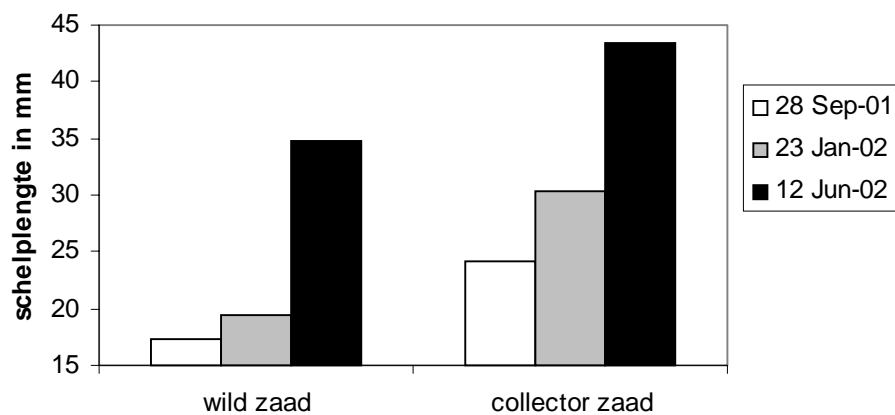


Figuur 10. Gemiddelde aantal mosselzaad in de Zandkreek, Hammen en het RIVO bassin.

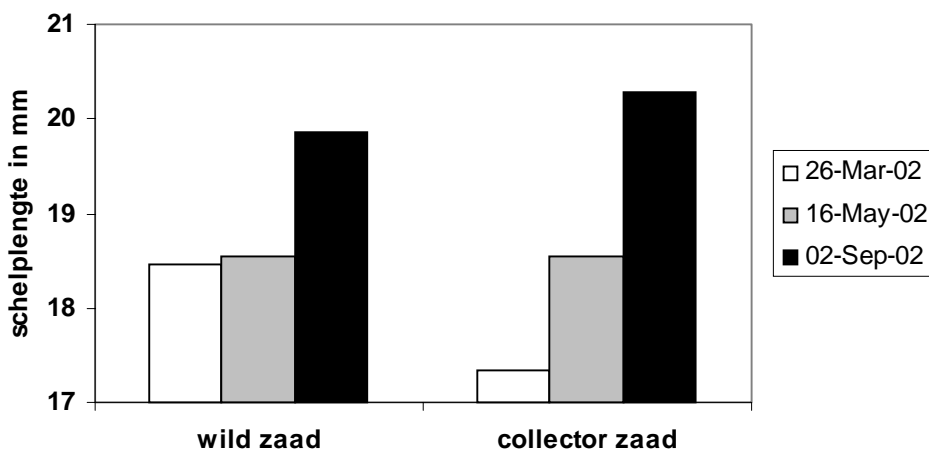
Zandkreek



Hammen

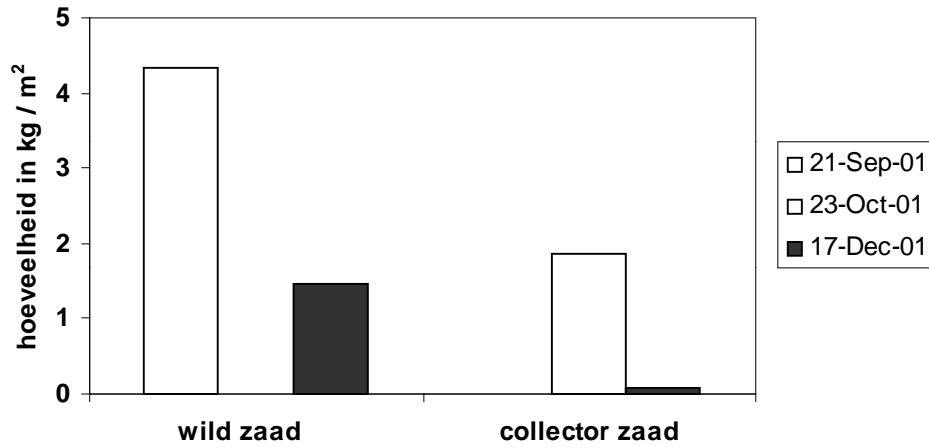


RIVO bassin

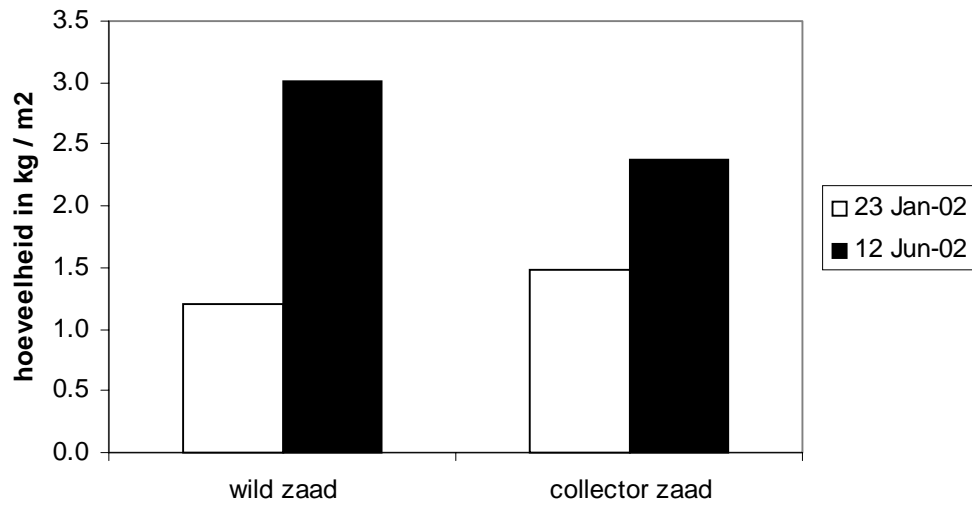


Figuur 11. Gemiddelde schelpenlengte van het mosselzaad in de Zandkreek, Hammen en het RIVO bassin.

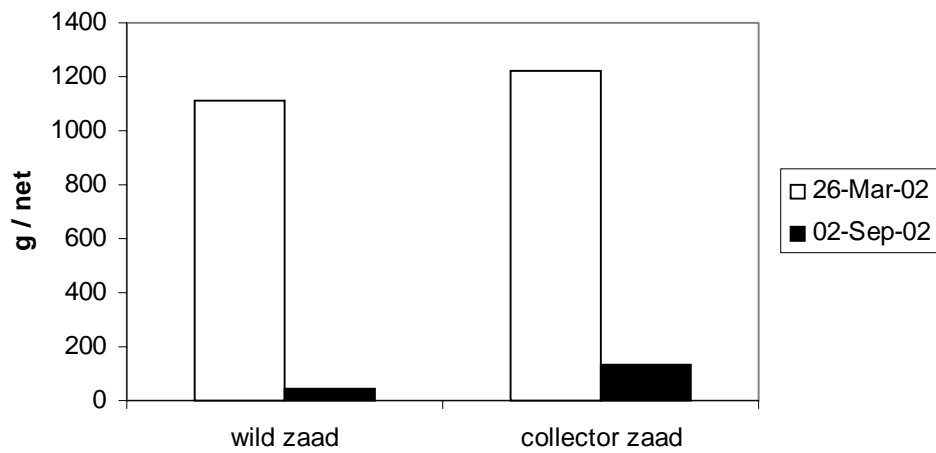
Zandkreek



Hammen

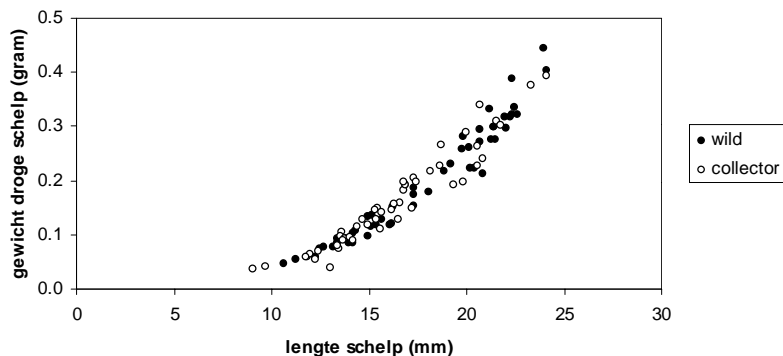


RIVO bassin

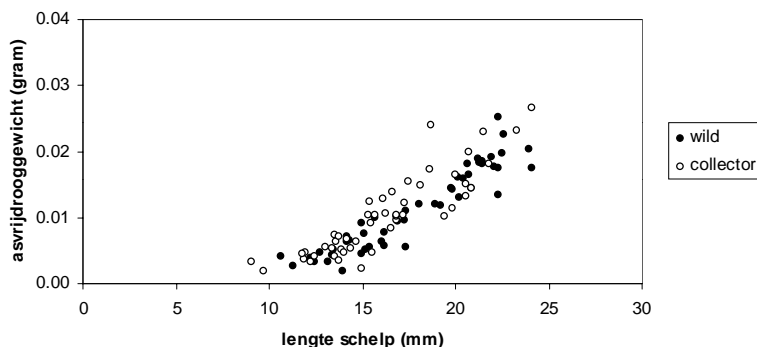


Figuur 12. Gemiddelde hoeveelheid mosselzaad in de Zandkreek, Hammen en het RIVO bassin.

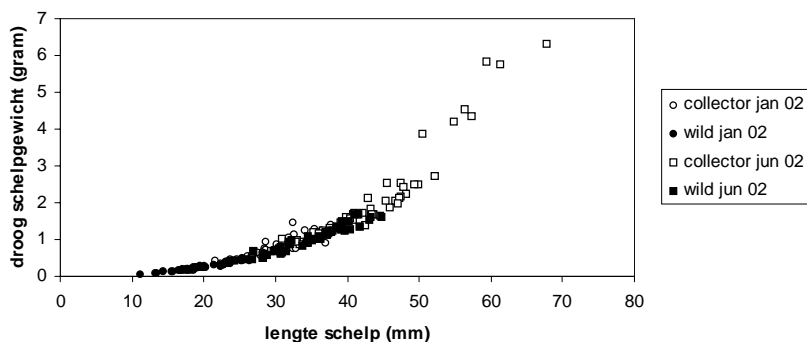
wild vs collector Zandkreek 17-12-2001



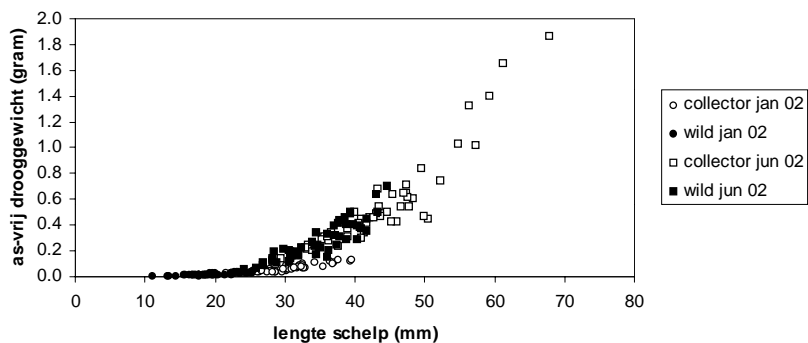
wild vs collector Zandkreek 17-12-2001



Collector vs. wild zaad Hammen



Collector vs. wild zaad Hammen



Figuur 13. De relatie tussen schelpenlengte en schelpgewicht of as-vrij drooggewicht van het vlees voor collector zaad en wild zaad in de Zandkreek en de Hammen.

8. Predatieproef

Inleiding

De proef beschreven in hoofdstuk 7, waarbij de overleving van het collectorzaad op de percelen is vergeleken met de overleving van wild zaad, liet een sterkere afname van het collectorzaad zien dan van het wilde zaad. Dit suggereert een voorkeur van de predatoren voor collectorzaad boven wild zaad. Om dit nader te onderzoeken is een experiment uitgevoerd waarbij wild zaad, paal zaad en collector zaad werd aangeboden aan predatoren in het bassin van het RIVO.

Methode

Mosselzaad en predatoren

Voor de predatieproef zijn 3 verschillende soorten mosselzaad gebruikt en als predatoren zijn krabben en zeesterren gebruikt. Het mosselzaad betrof wild zaad, paal zaad en collector zaad (zie foto 1). Het wilde zaad was afkomstig van de Hammen (perceel W. Schot), het paal zaad kwam van perceel OSWD28 (perceel W. Schot) en collector zaad werd rechtstreeks verkregen van hangcultuurkweker Landa. Van elke soort mosselzaad is ca.10 kg verzameld door de Valk en de Kokhaan. Het zaad is afgeleverd door de Valk en is in bakken bewaard in het bassin van het RIVO. De krabben en zeesterren zijn respectievelijk verzameld door de Valk en de Schollevaar en werden tevens in bakken bewaard in het bassin van het RIVO. De mosselzaadjes en de predatoren in het experiment zijn van een vergelijkbare grootte. Zowel de mosselzaadjes als de predatoren zijn begin september 2003 verzameld.



Foto 1. De verschillende soorten zaad die zijn gebruikt in de predatieproef.

Opstelling in bassin

Het experiment is uitgevoerd in het bassin achter op het terrein van het RIVO. Het bassin heeft een lengte van 16,95 m en een breedte van 5 m met een diepte van 1,7 m. Tevens is het bassin aangesloten op de verswaterleiding zodat een continue aanvoer van vers water is gewaarborgd.

In het bassin is een ijzeren rek geplaatst met een hoogte van 50 cm. Hierop zijn 13 verschillende opstellingen geplaatst (zie foto 2). Elke opstelling bestond uit 2 op elkaar gezette korven waarvan de fibers van de onderste korf werden verwijderd. Op deze manier konden predatoren migreren binnen de opstelling. Beide korven werden door tie-raps bij elkaar gehouden en verstevigd met stenen om ze op het ijzeren frame te houden (zie foto 2).

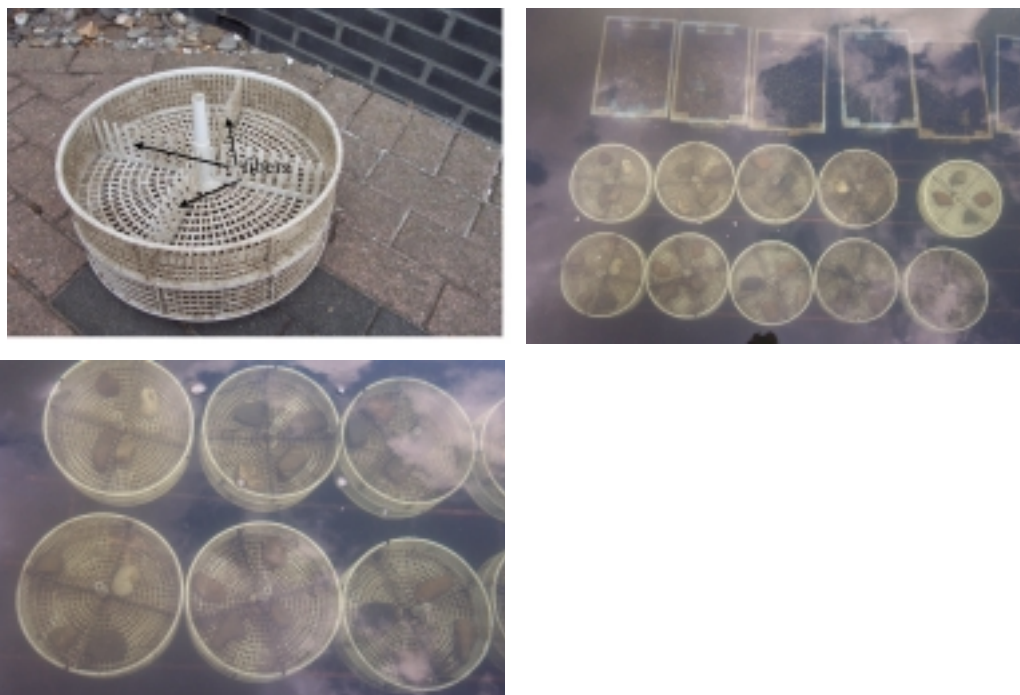


Foto 2. De opstelling in het bassin.

Elke opstelling bevatte een evenredig aantal mosselzaadjes (in de meeste gevallen 20 van elke soort). Om de mosselzaadjes van elkaar te kunnen onderscheiden zijn deze gemerkt. Paal zaad werd gemerkt met een rondje, collector zaad kreeg een kruisje ingekerfd en wild zaad werd niet gemerkt. Alle mosselzaadjes werden gemeten en per 20 van elke soort werd het versgewicht bepaald. In 12 opstellingen werd een predator toegevoegd. Een opstelling zonder predatoren (opstelling 9) werd gebruikt als controle van de overlevings-omstandigheden in het bassin. Alle opstellingen werden gemerkt met een groen label om ze van elkaar te kunnen onderscheiden. De volgende opstellingen werden verkregen:

- 20 zaadjes per soort met 1 krab (triplo) **1,2,3**
- 20 zaadjes per soort met 1 zeester (triplo) **4,5,6**
- 20 zaadjes per soort met 2 krabben (triplo) **10,11,12**
- 20 zaadjes per soort zonder predator (mono) **9**
- 20 zaadjes per soort met 4 krabben (mono) **7**
- 20 zaadjes per soort met 4 zeesterren (mono) **8**
- 19 zaadjes per soort met 1 krab zonder wegname van mosselzaadjes (mono) **13**

De krabben en zeesterren in de triplo opstellingen zijn van een vergelijkbare grootte. Van de krabben is het versgewicht bepaald en de breedte van de carapax. Van de zeesterren is het versgewicht bepaald en is de armlengte gemeten.

De mosselzaadjes werden willekeurig in de korfjes gelegd en de predator werd toegevoegd. Bij elke bemonstering werden de zaadjes uit de korf gehaald en de predator werd in een emmer met water bewaard. De overgebleven zaadjes werden geteld en genoteerd. Hierna werden ze samen met de predator willekeurig teruggelegd in de korf. Deze methode gold niet voor opstelling 9 en 13. In de blanco (opstelling 9) werden alleen de dode zaadjes geteld. In opstelling 13 zijn de fibers van de onderste korf bewust wat hoger gelaten zodat de zaadjes niet door elkaar konden geraken. De predator kon echter nog wel migreren en de zaadjes prederen. De overgebleven zaadjes in deze opstelling werden geteld in de korf zodat de zaadjes aan elkaar gehecht konden blijven zitten met bysusdraden.

Het experiment is op 22 september 2003 ingezet met opstelling 1 t/m 9. Op 24 september 2003 zijn de opstellingen 10 t/m 13 toegevoegd en is opstelling 1 opnieuw ingezet (krab ging dood). Het experiment is op 18 november 2003 beëindigd. De krabben en zeesterren hebben we laten hongeren vanaf 18 september 2003. De frequentie van bemonsteren is voor krabben elke dag geweest behalve in het weekend. Voor de zeesterren is besloten de frequentie van bemonsteren te verlagen i.v.m. een trager tempo van predatie.

Biometrie

Aan het begin van het experiment is van elk soort mosselzaad een willekeurig monster genomen voor de bepaling van de conditie van het mosselzaad. Achtereenvolgens is bepaald het versgewicht, schelpgewicht, natvlees- droog vlees- en asvrijdrooggewicht. Tevens zijn de mosselzaadjes gemeten.

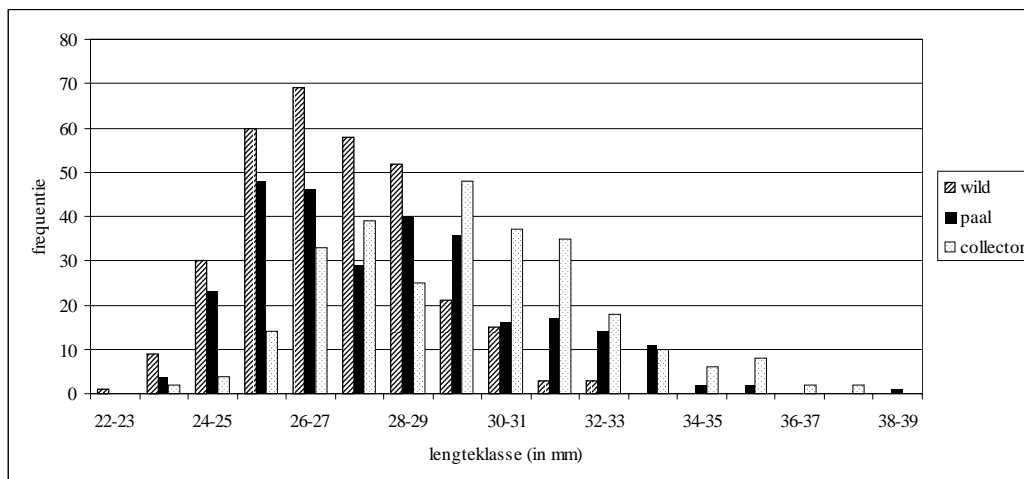
Statistische analyse

Met behulp van een split plot analysis of variance (ANOVA) is bepaald of de krabben en zeesterren een voorkeur hadden voor een bepaald type zaad. De opstellingen die in triplo zijn ingezet zijn gebruikt voor de statistische analyse. Dit zijn de proeven met 1 krab, 1 zeester en 2 krabben. Voor de analyse zijn de perioden geselecteerd met relatief veel mosselzaadjes. Hierdoor werden effecten van een keus voor een bepaald type zaad omdat dit het enige was wat aanwezig was uitgesloten.

Resultaten en discussie

Mosselzaad

In het experiment zijn de zaadjes zodanig gekozen dat ze van een vergelijkbare grootte zijn. Figuur 14 laat de frequentieverdeling zien van de lengtes van de gebruikte mosselzaadjes in het experiment. De meeste zaadjes liggen tussen de 24 en 33 mm. Ondanks de selectie is het collector zaad iets groter van formaat, dan de andere twee soorten.



Figuur 14. Frequentieverdeling lengte mosselzaadjes.

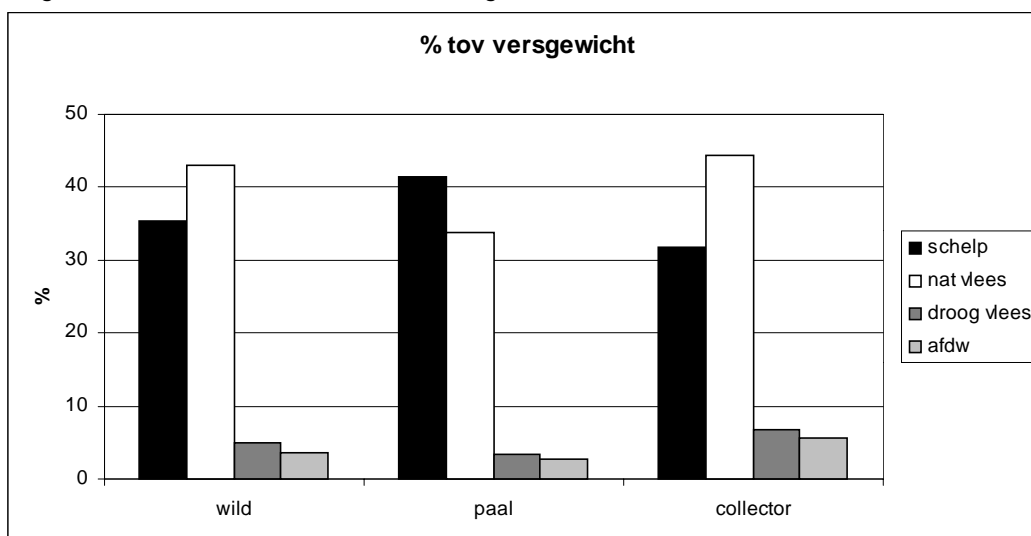
In tabel 3 staan de aantallen en versgewichten van de mosselzaadjes gebruikt in het experiment. Uit de tabel blijkt een gemiddeld gewicht voor een wild zaadje van 1.85 gram, een paal zaadje weegt gemiddeld 2.03 gram en een collector zaadje weegt het meest met een gewicht van 2.37 gram.

Tabel 3. Aantal en gewicht mosselzaadjes

Opstelling	Predator	wild (n)	wild (gram)	paal (n)	paal (gram)	collector (n)	collector (gram)
1	1 krab	20	35	20	42	20	46
2	1 krab	20	38	20	40	20	46
3	1 krab	20	38	20	43	20	49
4	1 zeester	20	36	20	35	20	45
5	1 zeester	20	33	20	42	20	53
6	1 zeester	20	36	20	45	20	47
7	4 krabben	20	38	20	42	20	49
8	4 zeesterren	20	38	20	37	20	48
9	Blanco	20	35	20	45	20	46
10	2 krabben	20	39	20	38	20	51
11	2 krabben	20	40	20	33	20	47
12	2 krabben	20	39	20	44	20	42
13	1 krab	19	36	19	34	19	46

Biometrie

Figuur 13 laat de verhouding zien tussen de drie typen mosselzaad. Hieruit blijkt dat wild zaad en collector zaad het meeste vlees in de schelp hebben. Paal zaad daarentegen bezit het minste vlees, maar wel het meeste gewicht aan schelp. Een verklaring hiervoor kan zijn dat paal zaad het langst is blootgesteld aan periodes zonder water waardoor de meeste energie gestoken wordt in de schelp (ter bescherming van het dier) en dit gaat ten koste van het vleesgewicht. Het wilde zaad (gevestigd in het sublitoraal) en het collector zaad kunnen 24 uur per dag filtreren en zodoende de meeste energie in het vlees steken.



Figuur 15. Biometriegegevens.

Predatoren

Voor de predatoren zijn de afmetingen en gewichten bepaald. Tabel 4 geeft de resultaten weer.

Tabel 4. Gewichten en lengtes predatoren.

Opstelling	Predator	Gewicht krab (gram)	Breedte carapax (mm)	Gewicht zeester (gram)	Armlengte (mm)
1	1 krab	72	63	-	-
2	1 krab	42	52	-	-
3	1 krab	48	55	-	-
4	1 zeester	-	-	86	61
5	1 zeester	-	-	53	57
6	1 zeester	-	-	81	70
7	4 krabben	36-52-11-6	51-57-32-29		
8	4 zeesterren	-	-	15-30-34-27	35-51-60-51
9	blanco	-	-	-	-
10	2 krabben	29-22	49-48	-	-
11	2 krabben	29-22	50-47	-	-
12	2 krabben	20-21	44-45	-	-
13	1 krab	43	53	-	-

Het gemiddelde gewicht van een krab in opstelling 1 t/m 3 is 54.0 ± 13.0 gram en een gemiddelde breedte van de carapax van 56.7 ± 4.6 mm. Voor de opstellingen met 1 zeester (4,5 en 6) geldt een gemiddeld gewicht van 73.3 ± 14.5 gram en een armlengte van 62.7 ± 5.4 mm. De opstellingen met 2 krabben (10,11 en 12) heeft een gemiddeld krabgewicht van 23.8 ± 3.7 gram en een carapax breedte van 47.2 ± 2.1 mm.

Voorkeur

Uit het experiment blijkt dat krabben en zeesterren op een andere manier mosselzaad prederen. In foto 3 zie je dat krabben de schelpen kapot maken en zo hun prooi opeten terwijl daarentegen de zeesterren de schelp in tact laten.



Foto 3. Links predatie door krabben en rechts predatie door zeesterren.

In de figuren in bijlage 1 staan de resultaten weergegeven van de individuele opstellingen van het experiment. De figuren laten de afname van de mosselzaadjes in de tijd zien, behalve voor de blanco opstelling zonder predatoren. Elke proef is beëindigd op het moment dat alle mosselzaadjes waren opgegeten. In sommige gevallen is eerder gestopt met een experiment vanwege het doodgaan van de predator:

- 29 nov 2003: 1 van de zeesterren uit opstelling 8 dood (verder met 3 zeesterren)
- 3 okt 2003: krab dood in opstelling 3
- 10 okt 2003: proef gestopt, krab eet niet meer
- 10 okt 2003: 1 van de 2 krabben dood in opstelling 10
- 13 okt 2003: 1 van de 2 krabben dood in opstelling 11
- 5 nov 2003: opstelling 12 beëindigd, omdat de krabben niet meer eten
- 10 nov 2003: einde predatieproef behalve opstelling 13
- 18 nov 2003: krab in opstelling 13 dood

Uit de figuren in bijlage 1 blijkt dat indien je 1 krab (opstelling 1,2, en 3) bij de mosselen zet ze deze relatief snel hun prooi opeten. Gemiddeld duurt het ongeveer 10 dagen voordat ze 60 mosselzaadjes hebben opgegeten. Bij de opstellingen met 1 zeester zie je duidelijk dat het veel langer duurt voordat de mossel-zaadjes allemaal opgegeten zijn. Gemiddeld duurt het zo'n 40 dagen. Ook valt op dat krabben eerder beginnen te eten dan de zeesterren. Blijkbaar hebben zeesterren een langere acclimatisatieperiode dan krabben in een proefopstelling. Hetzelfde verschijnsel zie je wanneer je meerdere krabben en zeesterren in een bak stopt.

In opstelling 10,11 en 12 zijn 2 krabben bij elkaar gestopt en gekeken wat er gebeurde. Vergeleken met 1 krab duurt het aanzienlijk langer voordat alle 60 mosselzaadjes opgegeten zijn. De langere tijdsduur is te verklaren doordat de krabben elkaars concurrenten zijn in de bak en zodoende elkaar beconcurreren om het aanwezige voedsel.

Tenslotte zijn in opstelling 13 de mosselzaadjes niet verwijderd, maar geteld in de bak. Zodoende konden de zaadjes zich maximaal vasthechten aan elkaar. Deze vasthechting werkt

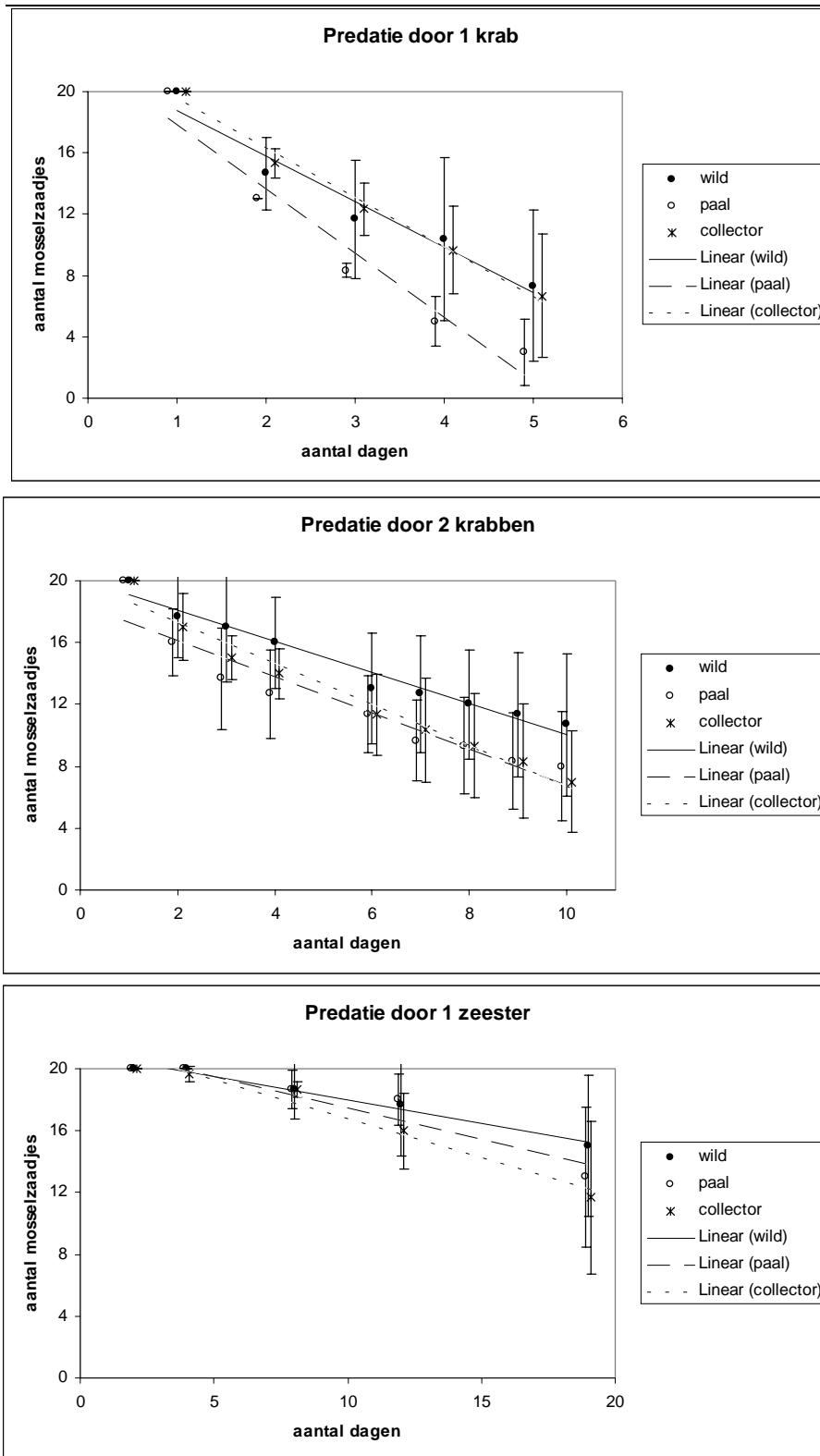
als een soort verdediging tegen predatoren. De resultaten zijn als volgt te verklaren. In het begin zijn de zaaadjes nog niet goed vastgehecht en kan de krab nog zaaadjes opeten. Na 2 dagen lukt hem dat niet meer en zie je een lange periode van geen predatie tot enkele zaaadjes. Rond de 18^e dag wint blijkbaar de honger het en begint de krab de zaaadjes te prederen.

De statistische analyse van de proeven met 1 krab, 1 zeester en 2 krabben laten geen voorkeur voor één van de typen zaad zien (Figuur 16 en tabel 5). Er is geen interactie tussen type en dag. Dit betekent dat alle typen zaad hetzelfde patroon in de tijd laten zien. Er is wel een significant effect van dag, wat betekent dat het aantal zaaadjes afneemt in de tijd. De opstellingen die niet in triplo zijn ingezet gaven de volgende resultaten. Met 4 krabben in een bak is geen duidelijke voorkeur voor een bepaald type mosselzaad te herkennen. Voor meerdere zeesterren neigt de voorkeur naar paal zaad, maar overduidelijk is dat niet. In de opstelling met vastgehecht mosselzaad geniet het wilde zaad de voorkeur boven paal en collector zaad.

Uit bovenstaande resultaten kan geconcludeerd worden dat krabben en zeesterren geen voorkeur hebben voor collectorzaad boven paal of wild zaad. Het collector zaad is dus een goede aanvulling op het wilde zaad.

Tabel 5. Resultaten van de split plot ANOVA.

1 krab eerste 5 dagen					
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
type	2	86.04444444	43.02222222	1.18	0.3688
error 1	6	218.1333333	36.3555556		
dag	4	1119.022222	279.7555556	62.24	<.0001
type*dag	8	33.5111111	4.188889	0.93	0.5087
error 2	24	107.866667	4.494444		
2 krabben eerste 10 dagen					
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
type	2	86.04444444	43.02222222	1.18	0.3688
error 1	6	218.1333333	36.3555556		
dag	4	1119.022222	279.7555556	62.24	<.0001
type*dag	8	33.5111111	4.188889	0.93	0.5087
error 2	24	107.866667	4.494444		
1 zeester eerste 19 dagen					
Source	DF	Type III SS	Mean Square	F Value	Pr > F
type	2	8.933333333	4.466666667	0.21	0.8166
error 1	6	127.8666667	21.31111111		
dag	4	281.2000000	70.3000000	11.71	<.0001
type*dag	8	15.0666667	1.883333333	0.31	0.9532
error 2	24	144.1333333	6.00555556		



Figuur. 16. Aantal mosselzaadjes (gemiddelde van n=3 met sd) in de opstellingen met (a) 1 krab, (b) 2 krabben en (c) 1 zeester gedurende de eerste 5, 10 of 20 dagen van de predatieproef.

9. Conclusies en aanbevelingen

Dit rapport bevat de resultaten van twee jaar exploratieve studie met als doel de productie van mosselzaad te vergroten. Uit deze studie zijn conclusies te trekken over de meest kansrijke methode voor de winning van mosselzaad op commerciële schaal.

Conclusies

- Het gebruik van collector touwen die vanaf het wateroppervlakte naar beneden hangen is de methode die het meeste zaad oplevert en het meest betrouwbaar is.
- De proef met het zaaien van schelpen leverde niet het gewenste resultaat. Het mosselbroed vestigt zich niet permanent op de schelpen. Verder experimenteren met schelpen is daarom niet kansrijk.
- De Bouchot techniek leverde niet het gewenste resultaat. Deze methode is waarschijnlijk niet geschikt voor de Oosterschelde i.v.m. het relatief kleine getijdeverschil en daardoor lange blootstelling aan predatoren.
- Het gebruik van collector touwen die vanaf de bodem omhoog staan gaf geen zaadvangst. Dit werd waarschijnlijk veroorzaakt door predatie. Een afdoende bescherming tegen vraat is noodzakelijk voor verdere ontwikkeling van deze techniek.
- Het kokostouw dat in de Oosterschelde op een rek is gehangen ving goed mosselzaad. Daarnaast was de afbraaksnelheid van het touw zowel in de Oosterschelde als in de Waddenzee iets meer dan 4 maanden. Gebruik van kokostouw biedt mogelijkheden voor uitzaaien op percelen zonder dat het zaad verwijderd hoeft te worden van de collector.
- Collectorzaad is een goede bron van zaad voor de bodem cultuur. Het collectorzaad vertoont op percelen een kleinere overleving, maar een snellere groei dan wild zaad. Dit levert een vergelijkbare hoeveelheid in kilo's. Ook het gewicht van de lege schelp en het vleesgewicht verschilde niet tussen het collector zaad en het wilde zaad. Uit de resultaten van een predatieproef kan geconcludeerd worden dat krabben en zeesterren geen voorkeur hebben voor collectorzaad boven paal of wild zaad. Het collector zaad is dus een goede aanvulling op het wilde zaad.
- Tellingen aan larven en broed geven een indruk van de potentiële geschiktheid van een gebied voor het gebruik van collectoren. Een opvallend resultaat van de tellingen is de lagere overleving van de larven in de Oosterschelde dan in de Waddenzee. De modelberekeningen geven een eerste aanzet tot het voorspellen van de broedval van mosselen. De resultaten zijn bemoedigend, maar model moet worden verfijnd.
- Het succes van een natuurlijke hatchery/nursery voor mosselzaad is afhankelijk van het juiste voedselaanbod en de afwezigheid van predatoren. Wanneer wordt uitgegaan van

buitenwater kunnen het voedselaanbod en de predatoren niet worden gecontroleerd en is de methode weinig betrouwbaar.

Toekomst mogelijkheden voor gebruik collector techniek

Het mosselbroedproject heeft de aanzet gegeven voor het gebruik van nieuwe methoden van zaadwinning. De volgende stap is dat de meest kansrijke methode wordt gekwantificeerd en geoptimaliseerd.

Gebruik collector touwen

Deze methode met collector touwen aan drijvende boeien is het meest kansrijk. Het succesvol gebruik van collector touwen zal een efficiënter gebruik van mosselzaad tot gevolg hebben. Daarnaast kan de zaadwinning op percelen worden uitgevoerd. Dit betekent een optimalisatie van het gebruik van de percelen. Deze ontwikkelingen passen binnen de PKB-Waddenzee. Het is echter nog onduidelijk hoeveel percelen daadwerkelijk in aanmerking komen voor collector gebruik. Daarom is het van belang ook mogelijkheden op diepere locaties te onderzoeken. Door gebruik te maken van collector touw dat vergaat kan de hoeveelheid werk worden geminimaliseerd. Naast het optimaliseren van de methode is het van groot belang om inzicht te verkrijgen in de vergunningsmogelijkheden om de collector techniek op commerciële schaal te kunnen gebruiken.

Voorwaarden voor opschalen

Voor een effectief gebruik van collectortouwen moet het optimale aantal collector touwen per ha worden bepaald en de oogstmethode geoptimaliseerd. Dit is zowel belangrijk voor al bestaande wingebieden voor mosselzaad (de Krammer in de Oosterschelde en het Malzwin in de Waddenzee), als voor nieuwe gebieden.

Voorspellen broedval

Monitoring van larven, temperatuur en voedselaanbod kan samen met een verfijnde en uitgebreide versie van het broedval model worden ingezet ten behoeven van effectief gebruik van collectoren.

Identificeren andere broed gebieden

Het verzamelen van mosselzaad met collectoren is wellicht ook in andere gebieden dan de Oosterschelde en Waddenzee mogelijk. Exploratieve proeven met larven tellingen en collectoren in b.v. de Noordzee, de Westerschelde, het Veerse Meer, de Grevelingen en de Haringvlietmonding kunnen laten zien hoe het larvenaanbod en de broedval zich verhouden tot dat in de Oosterschelde en Waddenzee.

Overleving van collector zaad op de percelen

Het efficiënt zaaien van collector zaad zal verliezen kunnen voorkomen. Door het gecontroleerd opvangen van het zaad op collectoren kan zaad van een bepaalde grootte worden gezaaid. De grootte wordt n.l. bepaald door de tijd dat het zaad op de collectoren blijft zitten. D.m.v. zaaiproeven op percelen kan de grootte van het zaad worden bepaald waarbij het minste vraat optreedt. Ook de zaaidichtheid, de hoeveelheid zaad per m², kan de opbrengst beïnvloeden. M.b.v. zaaiproeven kan de dichtheid worden bepaald waarbij de meeste overleving plaatsvindt. De resultaten kunnen op zowel collector zaad als op wild zaad worden toegepast.

Een hatchery/nursery voor mosselzaad

Proeven met een hatchery (waarbij ouder mosselen paaien en larven opgroeien tot vestiging) of een nursery (waarbij broed wordt opgekweekt tot zaad) dienen onder gecontroleerde omstandigheden te worden uitgevoerd. Hierbij wordt het voedsel voor de larven gekweekt en groeien de mosselen op in een omgeving zonder predatoren. De hatchery methode heeft als voordeel dat selectie van ouderdieren kan plaatsvinden op bijvoorbeeld groeisnelheid. Ook kunnen onvruchtbare nakomelingen worden geproduceerd die, wanneer ze consumptieformaat hebben bereikt, ook in de paaperiode kunnen worden verkocht. Daarnaast kan het zaad vaker per jaar geproduceerd worden.

Mogelijkheden op de Noordzee

Recentelijk zijn enkele initiatieven ontplooid voor de kweek van mosselen op de Noordzee. Voor de Belgische kust bestaat een mosselhangcultuur. De heer Buizer maakt gebruik van met elkaar verbonden rechtopstaande drijvende palen op enkele km uit de kust van Goeree. De heer Lont wil ringvormige kweekeenheden plaatsen nabij wrakken boven de Waddeneilanden. E-connection combineert schelpdierkweek met de constructie van windmolenparken. Er zijn nog geen gegevens bekend over zaadwinning op de Noordzee. Proeven in het Malzwin laten zien dat onder deze relatief beschutte omstandigheden zowel de verankering van het systeem als de oogstmethode problemen opleveren. Voor de succesvolle toepassing van de collector techniek voor mosselzaadwinning op de Noordzee is het daarom wenselijk een aantal zaken nader te onderzoeken:

- Welke constructies zijn geschikt voor de ruwe omstandigheden op de Noordzee?
- Welke oogstmethode werkt onder deze omstandigheden?
- In welke gebieden op de Noordzee is het aanbod aan mossellarven voldoende?
- Hoe kan worden voorkomen dat zaad van collectoren valt voordat de oogst plaatsvindt?
- Is het geoorloofd om zaad van de Noordzee naar de Waddenzee te transporteren?

Dankwoord

Graag bedanken wij iedereen die heeft bijgedragen aan het project. Dat zijn de overige leden van de werkgroep: Jacco Dingemanse (bodemcultuur kweker), Theo de Koning (bodemcultuur kweker), Hans Kosten (Productschap Vis), Eddy Lindenberg (schelpdier visser), Lambrecht Nieuwenhuize (bodemcultuur kweker), Wolfer Okkerse (bodemcultuur kweker), Andre de Ronde (bodemcultuur kweker), Simon en Christiaan Schot (hangcultuur kwekers), Jankees en Kees Vette (bodemcultuur kwekers), Peter Zoetewij (bodemcultuur kweker), tot mei 2002: Floris Varkenvisser en Hans van Dam (ACA foodcontrol), vanaf juli 2001: Bart Landa (hangcultuur kweker), Laus Nieuwenhuize (bodemcultuur kweker), Wim Schot (bodemcultuur kweker); de begeleidingscommissie (juli 2001-juli 2002): Henk van de Bos (ministerie van LNV), Bart Landa (hangcultuur kweker), Aarnoud Leerling (Productschap Vis), Ko Prins (mosselhandelaar), Willy Reijnders (Syntens), Wim Schot (bodemcultuur kweker); de andere leden van het RIVO team: Miriam Collombon en Marieke van Riet; de visserijkundig ambtenaren en bemanningen van de LNV schepen Cornelis Bos, Kokhaan, Phoca, Schollebaar, Stormvogel en Valk; Ron Oorschot en Monique Blankendaal van TNO Den Helder.

Bijlage 1. Resultaten van predatieproef – individueel per opstelling.

