

PRODUS 1d: Overleving van MZI zaad en sublitoraal bodemzaad op een perceel in de Waddenzee 2006

Pauline Kamermans¹, Arnold Bakker², Arno Dekker², Klaas
Kaag² en Jack Perdon¹

Rapport C079/07



Institute for Marine Resources and Ecosystem Studies

Wageningen *IMARES*

Opdrachtgever: Producentenorganisatie van de Nederlandse Mosselcultuur
Postbus 116
4400 AC Yerseke

Publicatiedatum: augustus 2007

- Wageningen **IMARES** levert kennis die nodig is voor het duurzaam beschermen, oogsten en ruimte gebruik van zee- en zilte kustgebieden (Marine Living Resource Management).
- Wageningen **IMARES** is daarin de kennispartner voor overheden, bedrijfsleven en maatschappelijke organisaties voor wie marine living resources van belang zijn.
- Wageningen **IMARES** doet daarvoor strategisch en toegepast ecologisch onderzoek in perspectief van ecologische en economische ontwikkelingen.

© 2007 Wageningen **IMARES**

Wageningen IMARES is een samenwerkingsverband tussen Wageningen UR en TNO.
Wij zijn geregistreerd in het Handelsregister
Amsterdam nr. 34135929,
BTW nr. NL 811383696B04.



A_4_3_1-V2

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

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

Inhoudsopgave

| | |
|---|----|
| Inhoudsopgave | 3 |
| Samenvatting | 4 |
| Inleiding | 5 |
| 1.1. Probleemstelling | 5 |
| 1.2. Vraagstelling en aanpak | 5 |
| 2. Materiaal & Methode | 7 |
| 2.1. Locatie | 7 |
| 2.2. Opstelling | 7 |
| 2.2.1. Mosselzaad | 7 |
| 2.2.2. Bescherming | 8 |
| 2.3. Monsternamen en analyse monsters | 9 |
| 2.3.1. Monsternamen | 9 |
| 2.3.3. Statistische analyse | 10 |
| 3. Resultaten | 11 |
| 3.1. Overleving en migratie | 11 |
| 3.2. Schelpdikte en conditie | 16 |
| 4. Discussie, conclusies en aanbevelingen | 18 |
| 4.1. Discussie | 18 |
| 4.2. Conclusies | 19 |
| 4.3. Aanbevelingen | 19 |
| Literatuur | 20 |
| Dankwoord | 21 |
| Verantwoording | 22 |

Samenvatting

Verbeteren van het rendement van mosselzaad op percelen is een belangrijke factor die de duurzaamheid van de mosselkweek kan vergroten. Dit rapport geeft de resultaten van een experiment waarbij mosselzaad van verschillende herkomst met en zonder bescherming is uitgezaaid op een perceel. Twee typen zaad (MZI en sublitoraal bodem) zijn getest. Een aantal vakken zijn met gaas beschermd tegen predatie door krabben en zeesterren. In oktober 2006 zijn monsters genomen ter bepaling van de dichtheid van de mosselen, de afmetingen en het gewicht. De vraagstelling bij het onderzoek was of bescherming de overleving van het mosselzaad verhoogd en of er verschillen waren tussen de typen zaad.

De overleving van mosselzaad was significant hoger in de beschermde vakken dan in de onbeschermden vakken. In de beschermde vakken werd geen significant verschil in overleving gevonden tussen bodem en MZI zaad. De schelpdikte van het mosselzaad was toegenomen gedurende de periode van het experiment. Er was een significant grotere toename voor onbeschermd zaad. Er werd geen effect van type zaad gevonden. In de onbeschermden vakken was de overleving van het bodemzaad significant beter. Een verklaring hiervoor is nog niet gevonden.

Inleiding

1.1. Probleemstelling

Verbeteren van het rendement van mosselzaad op percelen is een belangrijke factor die de duurzaamheid van de mosselkweek kan vergroten. Dit onderdeel keert dan ook in verschillende deelprojecten van PRODUS terug. In PRODUS 1a (Effect van moselzaadvijverij en beheer van mosselen op het mosselbestand in het sublitoraal van de Waddenzee) is een apart onderdeel geïdentificeerd dat zich richt op de rol van predatoren en hoe predatie kan worden voorkomen. In PRODUS 1b (Beheer instabiele zaadbanken) is ook behoefte aan inzicht in het effect van predatoren. Een van de doelstellingen van PRODUS 1c (Alternatieve mosselzaadwinning) is beter inzicht te verkrijgen in het rendement van MZI zaad op percelen. Dit is zowel van belang voor het bepalen van de kostprijs van het zaad als voor het bepalen van de benodigde ruimte voor invang. En een onderzoeksvraag van PRODUS 2 (Onderzoek uitdunningsvisserij) betreft het rendement van opgevist litoraal zaad dat voor kweek op percelen wordt gebruikt.

In het kader van PRODUS 1c (Alternatieve mosselzaadwinning) is in 2005 een tweetal proeven uitgevoerd om beter inzicht te verkrijgen in het rendement van MZI zaad in vergelijking met bodem zaad. Partijen MZI zaad zijn na oogst gevolgd op percelen van ondernemers (Kamermans, 2006). Een probleem hierbij was dat het zaad meestal niet gelijktijdig met, en op dezelfde locatie als gevist bodem zaad werd uitgezaaid. Dit is wel een vereiste voor een goede vergelijking met gevist zaad. Daarnaast werd het zaad soms vermengd met bodem zaad, waardoor verder volgen van de partij niet meer zinvol was. Naast deze veldmetingen zijn ook predatie proeven in kooien uitgevoerd (Kamermans et al., 2004; Blankendaal 2006, Kamermans et al, in prep). Deze proeven geven inzicht in predatie snelheden van krabben en zeesterren voor bodem- en collector zaad. Een volgende stap is de doorvertaling van deze meetresultaten naar een veldsituatie. Daarom is in 2006 het deelproject PRODUS 1d (Rendement mosselzaad op perceel) van start gegaan. Het voorliggende rapport behandelt de resultaten.

1.2. Vraagstelling en aanpak

De hierboven geschetste problematiek van de verschillende PRODUS deelprojecten is in een experiment onderzocht. De vraagstelling is als volgt onder te verdelen:

1. Wat is het rendement van MZI zaad in vergelijking met bodem zaad?
2. Wat is het effect van bescherming op het rendement en op de schelpdikte van het zaad?

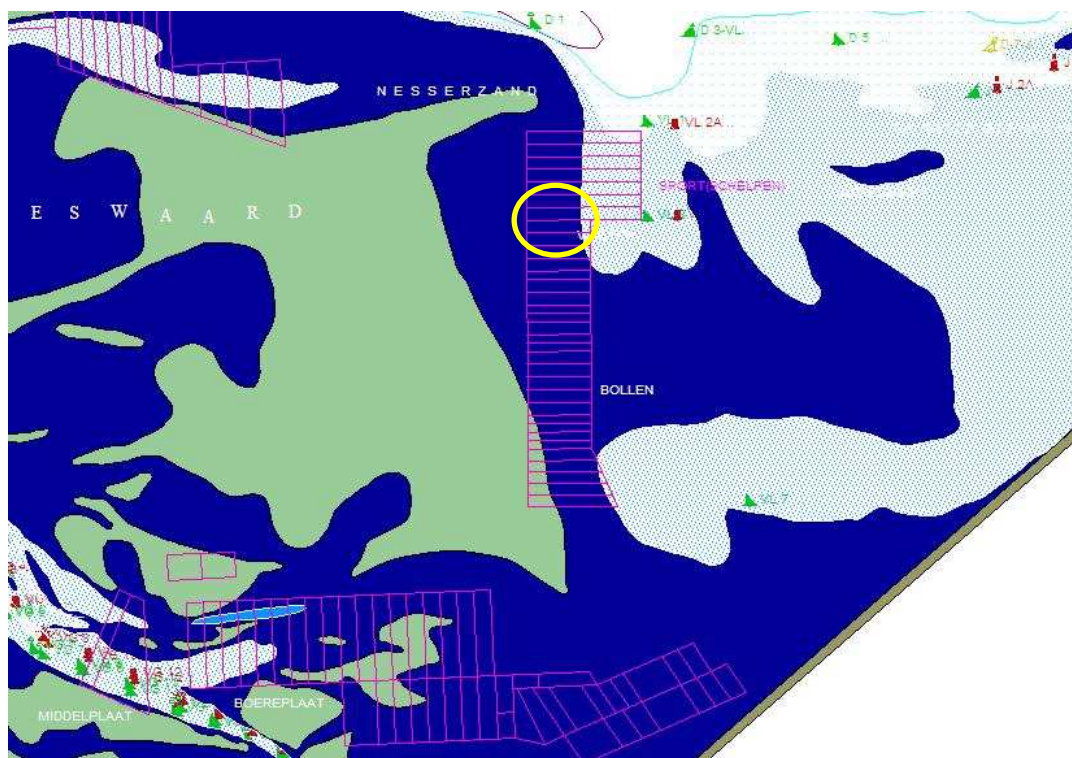
Mosselzaad van verschillende herkomst is met en zonder bescherming uitgezaaid op een perceel. Twee typen zaad (MZI en sublitoraal bodem) zijn getest. Een aantal vakken is met gaas beschermd tegen predatie door krabben en zeesterren. In oktober 2006 zijn monsters genomen ter bepaling van de dichtheid van de mosselen, de afmetingen en het gewicht. De vraagstelling bij het onderzoek was of bescherming de overleving van het

mosselzaad verhoogt. Daarnaast werd ook een effect verwacht op de schelpdikte. Onderzoek van Frandsen & Dolmer (2002) heeft laten zien dat mosselen die werden blootgesteld aan predatie door krabben een dikkere schelp ontwikkelden. Door de schelpdikte van mosselen voorafgaand aan het experiment en na afloop van het experiment te meten kon worden bepaald of dit effect ook hier optrad. En tenslotte werd de conditie van de mosselen bepaald om te zien of het bedekken met gaas geen negatief effect had op de voedselopname.

2. Materiaal & Methode

2.1. Locatie

De proef is uitgevoerd op het perceel Vlieter 85 ook wel Wieringen 85 genoemd van Prins & Dingemanse in de Waddenzee (figuur 1).



Figuur 1. Locatie van de proefopstelling op het perceel Wieringen 85 nabij de afsluitdijk in de Waddenzee (53 00 903 NB; 05 03 452 OL).

2.2. Opstelling

2.2.1. Mosselzaad

Het MZI zaad was afkomstig van de MZI van Prins & Dingemanse in het Malzwin. Het zaad was direct van de MZI geogost op 10 oktober 2006. Het sublitorale bodemzaad was op tot 10 oktober verzameld op een wilde bank in de Vlieter in de Waddenzee door Nico Laros van LNV. Het zaad is na binnenkomst bij TNO IMARES in Den Helder

gesorteerd op grootte. Alleen mosselen in de range 10 – 23 mm werd gebruikt. Deze mosselen werden verdeeld in groepjes van 50 mosselen.

2.2.2. Bescherming

De helft van de mosselen werd blootgesteld aan predatoren en de andere helft niet. Om dit te bereiken zijn 4 tableaux van beton geconstrueerd waar de mosselen zich op konden hechten. De helft van ieder tableau was bedekt met gaas en de andere helft niet. Het gaas had een maaswijdte van 5 mm en was bevestigd aan een opstaande rand van gaas die 2 cm boven het beton uitstak. De tableaux waren onderverdeeld in vakken d.m.v. opstaande randen van gaas (figuur 2). Op 11 oktober zijn de mosselen per type zaad in groepjes van 50 per vak en drie vakken per type zaad op het beton gelegd in het ruim van de YE 198 Dit ruim was met zeewater gevuld. Na 1 dag werd met behulp van pompen een stroming opgewekt in het ruim. De mosselen kregen nu de tijd om zich te hechten. Per tableaux werden 6 vakken bedekt met het gaas en bleven 6 vakken zonder bescherming (figuur 3). De opstelling werd daarnaast ook gebruikt voor een ander project, daarom zijn 8 vakken bedekt met mosselen. De onbeschermd mosselen kunnen in aantal afnemen in de tijd. Dit kan ofwel doordat ze worden opgegeten, ofwel doordat ze van het substraat migreren. De beschermende substraten laten zien hoeveel mosselen zijn gemigreerd (=nog wel op beton, maar niet bij het oorspronkelijke groepje). De 4 tableaux werden uitgezet op 13 oktober.



Figuur 2. Tableau van beton onderverdeeld in met gaas bedekte en onbedekte vakken met mosselen in het ruim van de YE 198.

2.3. Monstername en analyse monsters

2.3.1. Monstername

Aan het begin van het experiment is een subsample van 5 mosselen per type zaad apart gehouden. Dit levert informatie over de inzet. Op 18, 25 oktober en 3 en 8 november 2007 werd steeds één tableau opgehaald (figuur 3).



Figuur 3. Ophalen tableau 2 op 25 oktober 2006.

2.3.2. Metingen

Overleving en migratie

Van iedere opgehaald tableau werd per vak werd het aantal mosselen geteld. Daarnaast werd genoteerd of er mosselen naar de rand van het vak waren verplaatst, en hoeveel lege schelpen per vak aanwezig waren. Ook werd het aantal aanwezige krabben en zeesterren genoteerd.

Schelpdikte en conditie

Per type zaad is de schelpdikte bepaald. Hiervoor is de schelpenlengte (l), schelphoogte (h) en schelpbreedte (b) in mm en het schelpgewicht (w) in mg opgemeten. Vervolgens werd gebruik gemaakt van de formules uit Frandsen & Dolmer (2002). Eerst werd het oppervlak (A) van de schelp uitgerekend met formule 1.

$$(1) A = l * \sqrt{(h^2 + b^2)} * \pi/2$$

Daarna werd de schelpdikte (D) uitgerekend met formule 2.

$$(2) D = w / A$$

De inzetwaarde is gebaseerd op 5 mosselen per type zaad. Voor de eindwaarde zijn de metingen uitgevoerd aan alle nog overgebleven mosselen per vak.

Aan het einde van het experiment is de conditie-index (CI) van de verschillende typen zaad bepaald. Hiertoe is van alle mosselen per vakje samen het gemiddelde as-vrij drooggewicht (AFDW) van het vlees in μg bepaald. Dat hield in dat de mosselen werden geopend en het vlees 72 uur werden gedroogd bij 60°C , gewogen en vervolgens 2,5 uur verast bij 560°C en opnieuw gewogen. Met behulp van de gemiddelde waarde voor AFDW en de gemiddelde schelpenlengte (l), schelphoogte (h) en schelpbreedte (b) kon de conditie-index worden berekend in μg per mm^3 zoals weergegeven in formule 3 en ook toegepast door Frandsen & Dolmer (2002).

$$(3) CI = AFDW / (l * b * h)$$

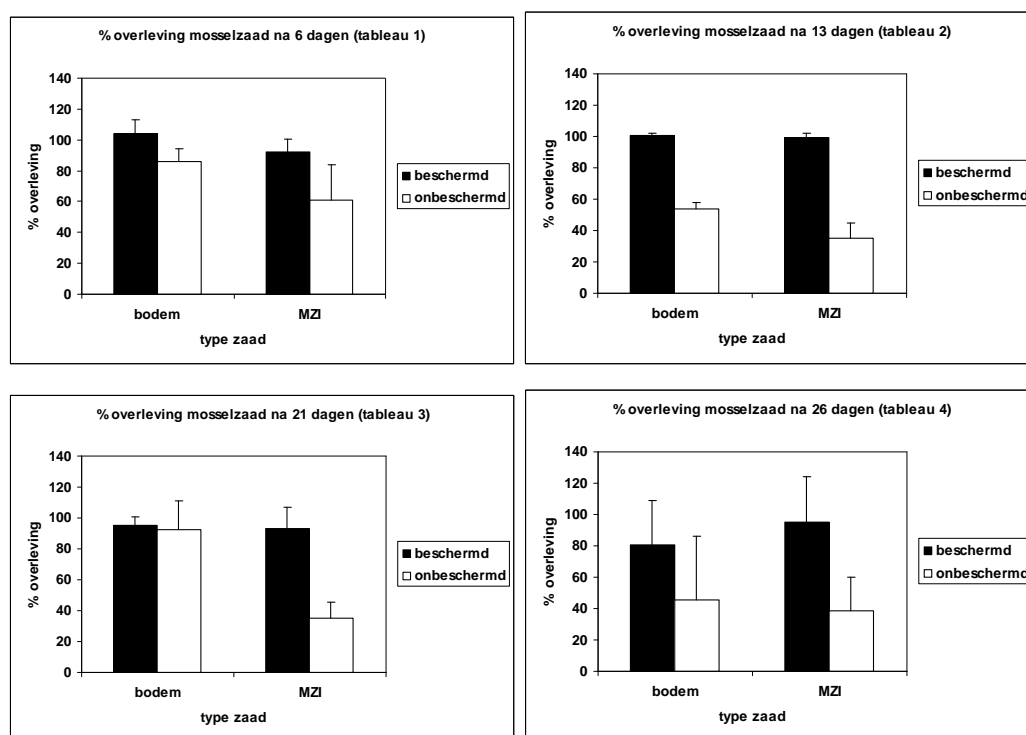
2.3.3. Statistische analyse

Een Analysis of Variance (ANOVA) werd gebruikt om het effect te testen van type zaad en de aan of afwezigheid van bescherming op de overleving, migratie, het aantal lege schelpen, de schelpdikte en de conditie van het zaad. Voorafgaand aan de ANOVA werden de gegevens getest met een F_{\max} -test ter controle van homogeniteit van de variaties (Sokal & Rohlf, 1995). De aanname van normale verdeling van de residuen werd gecontroleerd door visuele inspectie van box plots. Een significantie van 0.05 werd aangehouden bij alle tests. De statistische analyses werden uitgevoerd met SPSS.

3. Resultaten

3.1. Overleving en migratie

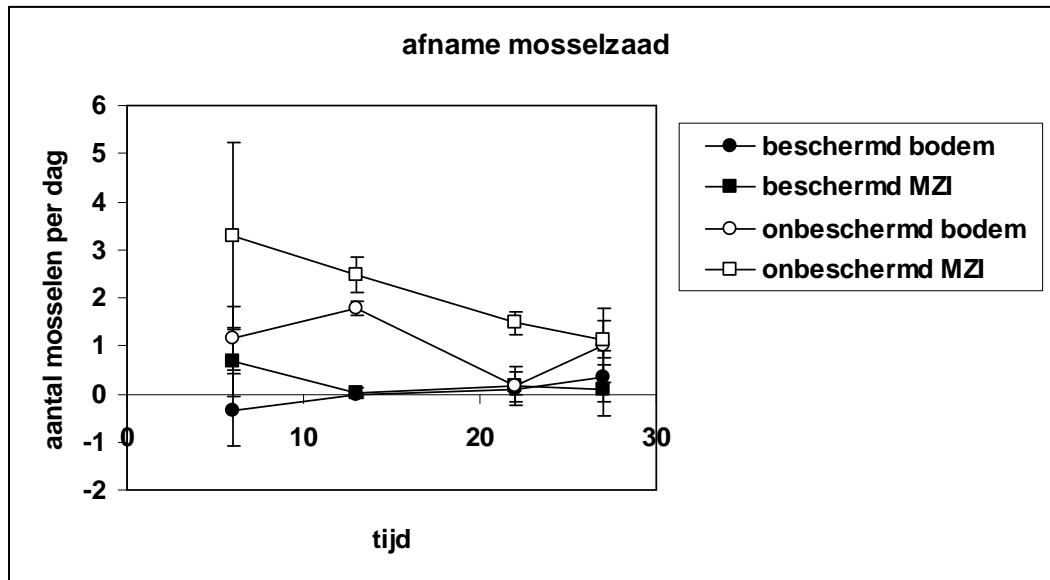
Het aantal mosselen dat aanwezig was in een vakje is de resultante van predatie, migratie en wegspoelen. Alleen migratie binnen het vakje kon worden gekwantificeerd. Overleving is dus een combinatie van predatie en wegspoelen. De overleving van mosselzaad was significant hoger in de beschermde vakken dan in de onbeschermden (figuur 4 en tabel 1). Dit gold zowel voor bodem zaad als voor MZI zaad. Door migratie was het aantal mosselen per vak in de beschermde vakken in sommige gevallen hoger geworden dan 50 (=100%). In de beschermde vakken werd geen significant verschil in overleving gevonden tussen bodem en MZI zaad, maar in de onbeschermden was de overleving van het bodemzaad significant beter (figuur 4a en tabel 1). Onbeschermd MZI zaad vertoonde de sterkste afname per dag, gevolgd door onbeschermd bodem zaad (figuur 4b). Dit verschil was significant (tabel 1). Het beschermde zaad vertoonde nauwelijks afname (figuur 4b).



Figuur 4a. Gemiddelde overleving van mosselzaad van bodem en van MZI in beschermde en onbeschermden vakken op vier tijdstippen ten opzichte van de inzet waarde van 50 mosselen per vak (n=3 met sd).

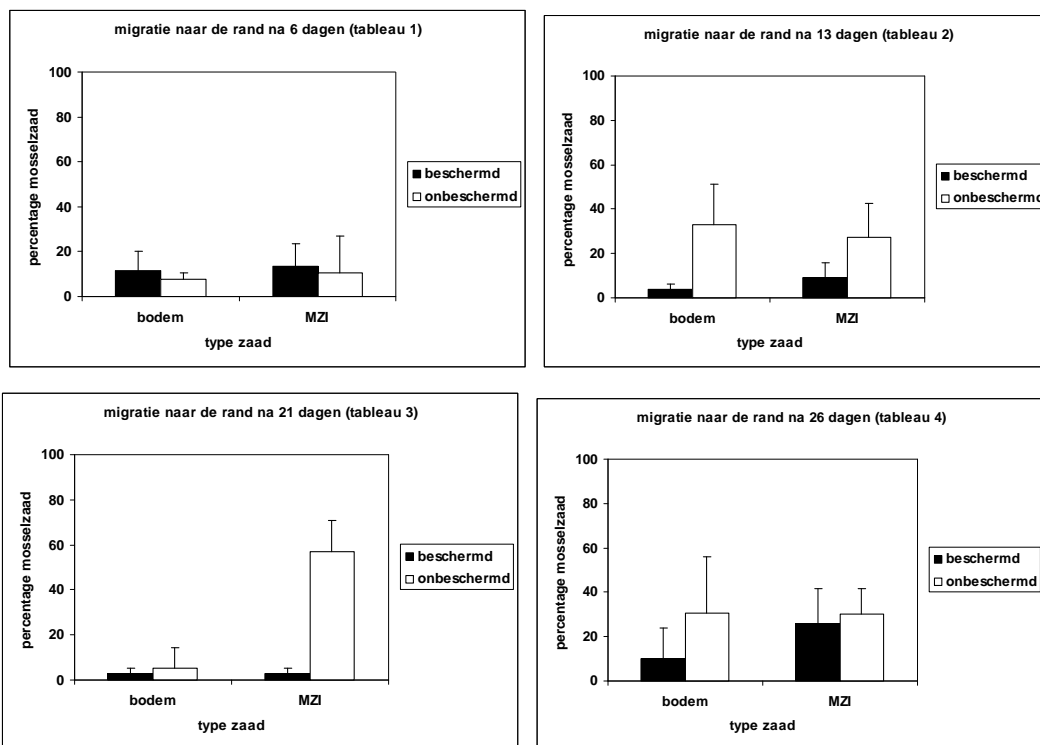
Migratie van mosselen naar de rand van het vak trad significant vaker op in de onbeschermden vakken en bij het MZI zaad (figuur 5 en tabel 1).

Lege schelpen werden niet significant vaker aangetroffen in de onbeschermden vakken (figuur 6 en tabel 1). Het aantal lege schelpen vertoonde ook geen significant verband met type zaad (figuur 6 en tabel 1).

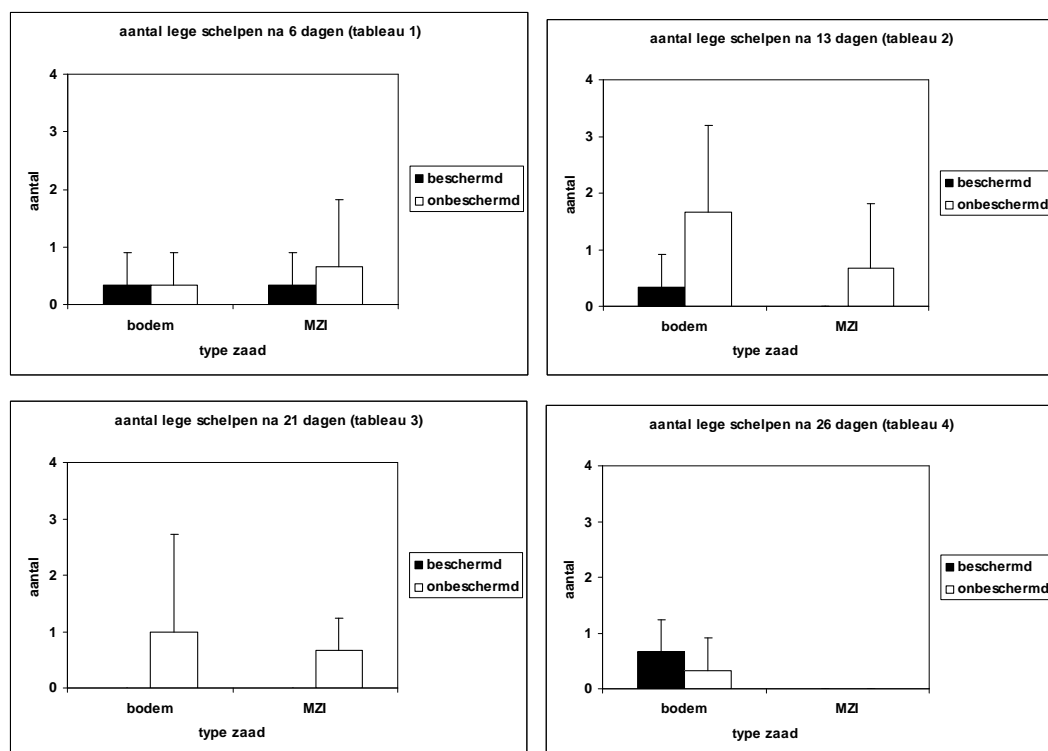


Figuur 4b. Gemiddelde dagelijkse afname van mosselzaad van bodem en van MZI in beschermde en onbeschermden vakken op vier tijdstippen (n=3 met sd).

Verschillende keren is een significante interactie tussen factoren gevonden, b.v. tussen type zaad en bescherming, type zaad en tableau of bescherming en tableau (Tabel 1). Dit wordt veroorzaakt door het feit dat de ene factor een ander effect heeft in vergelijking met de andere factor. Bijvoorbeeld, het verschil in overleving van MZI zaad tussen beschermde vakken en onbeschermden vakken is groter voor MZI zaad dan voor bodem zaad.



Figuur 5. Gemiddelde migratie van mosselzaad van bodem en van MZI in beschermde en onbeschermde vakken op vier tijdstippen ($n=3$ met sd).



Figuur 6. Gemiddeld aantal lege schelpen van mosselzaad van bodem en van MZI in beschermde en onbeschermde vakken op vier tijdstippen ($n=3$ met sd).

Tabel 1. Statistische analyse van het effect van type zaad en bescherming op overleving, afname, migratie en aantal lege schelpen. Waarden zijn degrees of freedom (df), mean square (MS) en probability (P) van ANOVA.

| Source of variation | df | MS | P |
|----------------------------------|----|-------|-------|
| <i>Overleving</i> | | | |
| Type zaad | 1 | 2214 | 0.015 |
| Bescherming | 1 | 18330 | 0.000 |
| Tableau | 3 | 948 | 0.053 |
| Type zaad * Bescherming | 1 | 2160 | 0.016 |
| Type zaad * Tableau | 3 | 607 | 0.163 |
| Bescherming* Tableau | 3 | 596 | 0.169 |
| Type zaad * Bescherming* Tableau | 3 | 279 | 0.484 |
| Error | 32 | 333 | |
| <i>Afname</i> | | | |
| Type zaad | 1 | 9.0 | 0.000 |
| Bescherming | 1 | 17.3 | 0.000 |
| Tableau | 3 | 1.2 | 0.061 |
| Type zaad * Bescherming | 1 | 5.2 | 0.002 |
| Type zaad * Tableau | 3 | 1.6 | 0.025 |
| Bescherming* Tableau | 3 | 1.1 | 0.078 |
| Type zaad * Bescherming* Tableau | 3 | 0.5 | 0.292 |
| Error | 32 | | |
| <i>Migratie</i> | | | |
| Type zaad | 1 | 946 | 0.021 |
| Bescherming | 1 | 2753 | 0.000 |
| Tableau | 3 | 358 | 0.104 |
| Type zaad * Bescherming | 1 | 124 | 0.386 |
| Type zaad * Tableau | 3 | 413 | 0.071 |
| Bescherming* Tableau | 3 | 591 | 0.022 |
| Type zaad * Bescherming* Tableau | 3 | 732 | 0.009 |
| Error | 32 | 161 | |
| <i>Lege schelpen</i> | | | |
| Type zaad | 1 | 1.0 | 0.218 |
| Bescherming | 1 | 2.5 | 0.057 |
| Tableau | 3 | 0.4 | 0.653 |
| Type zaad * Bescherming | 1 | 0.02 | 0.859 |
| Type zaad * Tableau | 3 | 0.4 | 0.598 |
| Bescherming* Tableau | 3 | 0.9 | 0.258 |
| Type zaad * Bescherming* Tableau | 3 | 0.2 | 0.832 |
| Error | 32 | 0.6 | |

Tabel 2. Gemiddeld aantal predatoren aangetroffen per vakje op vier tijdstippen (n=3 met sd).

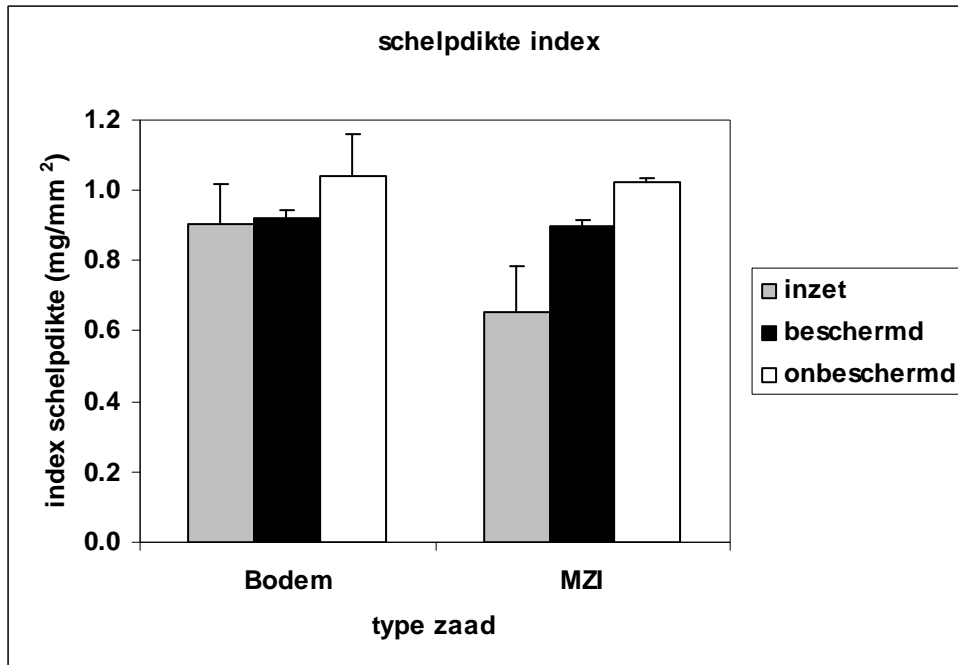
| tijdstip | predator | bodem zaad | | MZI zaad | |
|----------|----------|------------|-------------|-----------|-------------|
| | | beschermd | onbeschermd | beschermd | onbeschermd |
| 6 dagen | krab | 0.33±0.58 | 0±0 | 0.67±0.58 | 0±0 |
| | zeester | 0±0 | 0.67±0.58 | 0±0 | 0.67±0.58 |
| 13 dagen | krab | 0.33±0.58 | 0.33±0.58 | 0±0 | 0±0 |
| | zeester | 0±0 | 0.33±0.58 | 0±0 | 0±0 |
| 21 dagen | krab | 0±0 | 2.67±4.62 | 0±0 | 0.33±0.58 |
| | zeester | 0±0 | 0±0 | 0±0 | 0±0 |
| 26 dagen | krab | 0±0 | 0.33±0.58 | 0±0 | 0±0 |
| | zeester | 0±0 | 0±0 | 0±0 | 0±0 |

Er werden predatoren aangetroffen op de tableaux (tabel 2). Significant meer zeesterren werden gevonden in de onbeschermden vakken, maar alleen na 6 en 13 dagen (tabel 2 en 3). Een degelijk verschil werd niet gevonden voor de krabben (tabel 2 en 3).

Tabel 3. Statistische analyse van het effect van type zaad en bescherming op aantal predatoren aangetroffen per vakje op vier tijdstippen. Waarden zijn degrees of freedom (df), mean square (MS) en probability (P) van ANOVA.

| Source of variation | df | MS | P |
|-----------------------------------|----|------|-------|
| <i>Aantal zeesterren</i> | | | |
| Type zaad | 1 | 0.02 | 0.568 |
| Bescherming | 1 | 0.52 | 0.007 |
| Tableau | 3 | 0.30 | 0.007 |
| Type zaad * Bescherming | 1 | 0.21 | 0.568 |
| Type zaad * Tableau | 3 | 0.21 | 0.801 |
| Bescherming * Tableau | 3 | 0.30 | 0.007 |
| Type zaad * Bescherming * Tableau | 3 | 0.21 | 0.801 |
| Error | 32 | 0.63 | |
| <i>Aantal krabben</i> | | | |
| Type zaad | 1 | 1.7 | 0.290 |
| Bescherming | 1 | 1.0 | 0.409 |
| Tableau | 3 | 1.1 | 0.537 |
| Type zaad * Bescherming | 1 | 1.7 | 0.209 |
| Type zaad * Tableau | 3 | 1.0 | 0.582 |
| Bescherming * Tableau | 3 | 2.2 | 0.233 |
| Type zaad * Bescherming * Tableau | 3 | 0.9 | 0.629 |
| Error | 32 | 1.5 | |

3.2. Schelpdikte en conditie



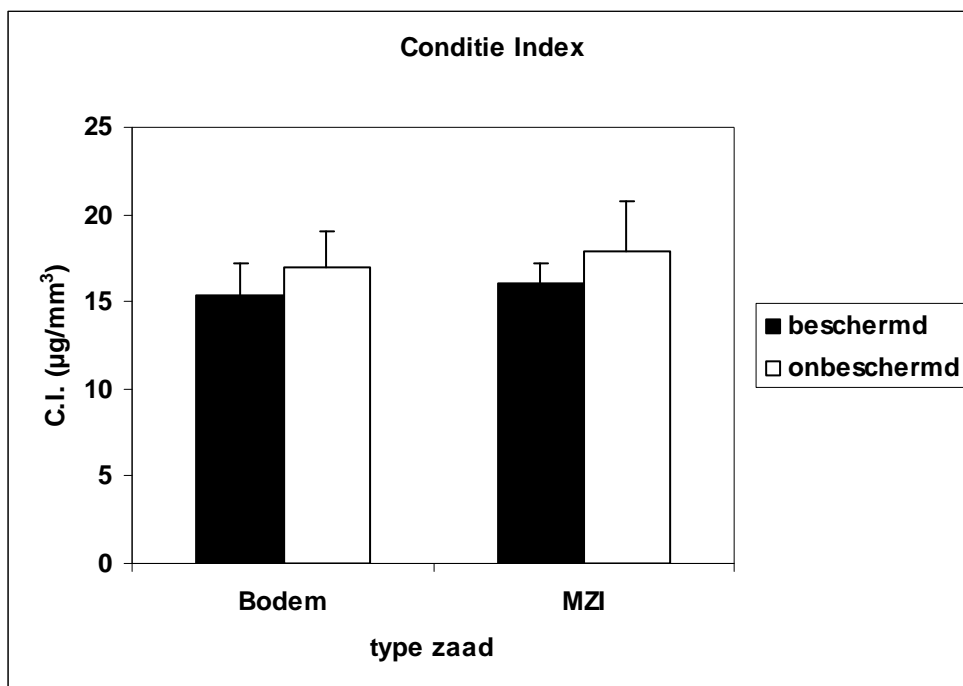
Figuur 7. Gemiddelde schelpdikte van mosselzaad van bodem en van MZI in beschermde en onbeschermde vakken na 26 dagen (n=3 met sd).

De schelpdikte van het mosselzaad was toegenomen gedurende de periode van het experiment (figuur 7). Er was een significant grotere toename voor onbeschermd zaad (tabel 3). Er werd geen effect van type zaad gevonden (tabel 4).

Aan het einde van het experiment was de conditie index van het mosselzaad hoger voor het onbeschermd zaad dan voor het beschermd zaad (figuur 8). Dit verschil was echter niet significant (tabel 4). De conditie index vertoonde geen significant verband met type zaad (tabel 4).

Tabel 4. Statistische analyse van het effect van type zaad en bescherming op conditie index en schelpdikte. Waarden zijn degrees of freedom (df), mean square (MS) en probability (P) van ANOVA.

| Source of variation | df | MS | P |
|-------------------------|----|-------|-------|
| <i>Conditie index</i> | | | |
| Type zaad | 1 | 2.0 | 0.513 |
| Bescherming | 1 | 8.9 | 0.184 |
| Type zaad * Bescherming | 1 | 0.04 | 0.925 |
| Error | 8 | 4.2 | |
| <i>Schelpdikte</i> | | | |
| Type zaad | 1 | 0.001 | 0.597 |
| Bescherming | 1 | 0.044 | 0.009 |
| Type zaad * Bescherming | 1 | 0.000 | 0.920 |
| Error | 8 | 0.004 | |



Figuur 8. Gemiddelde conditie index van mosselzaad van bodem en van MZI in beschermde en onbeschermde vakken na 26 dagen (n=3 met sd).

4. Discussie, conclusies en aanbevelingen

4.1. Discussie

Er werd minder mosselzaad aangetroffen in de onbeschermden vakken. Dit wijst op verlies door predatie of wegspoelen. Zeesterren (10-80 mm) hebben de voorkeur voor zaad van 14-22 mm i.v.m. een optimale balans tussen de kosten van het openen van een zaadje en de baten van het consumeren van een hoeveelheid vlees (Sommer et al, 1999). Krabben van 50 mm eten bij voorkeur zaad van 15-25 mm (Elnor & Hughes, 1978). Davies et al (1980) heeft laten zien dat krabben een plot met 2.5-5 kg zaad mosselen van 20 mm per m² binnen een week kunnen verwoesten. Bescherming van het plot met hekjes verbeterde de opbrengst met een factor 4-5. Het door ons gebruikte zaad had een afmeting van 10-23 mm. Dit geeft aan dat het zaad een maat had die gevoelig is voor predatie.

De sterkste afname in mosselen werd gevonden voor het onbeschermd MZI zaad (1 tot 3 zaadjes per dag). Dichtheden aan krabben in de Waddenzee op een diepte tot 6 m zijn gemiddeld 0.5 per m² in september/oktober (Smaal et al, 2001). Dit is omgerekend gemiddeld 0.03 krab per vak van 25x25cm. Eerder uitgevoerde predatie proeven in kooien lieten predatiesnelheden van 10-40 zaadjes per dag zien voor een individuele krab in de periode september-december (Kamermans et al., 2004; Blankendaal 2006, Kamermans et al, in prep). Dit is een snelheid van 0.3-1.2 per vak (0.03 krab), welke vergelijkbaar is met onze gevonden waarde. In de Oosterschelde komen zeesterren voor in gemiddelde dichtheden van 1 per m² (Brummelhuis & Smaal, 2000). Zeesterren kunnen echter plaatselijk zeer massaal voorkomen. In diverse studies worden dichtheden van 30 tot 800 zeesterren per m² in zwermen met een oppervlak tot 2,4 ha gemeld (Dare, 1982). De gemiddelde dichtheid van 1 zeester per m² is 0.06 zeester per vak van 25x25cm. Onze predatie proeven in kooien geven predatiesnelheid van 1 zaadje per zeester per dag (Kamermans et al., 2004; Blankendaal 2006, Kamermans et al, in prep). Dit is een snelheid van 0.06 zaadje per vak (0.06 zeester). De gevonden afnamesnelheid van het zaad ligt echter hoger. Aangenomen dat de dichtheid van de zeesterren 1 per m² was moeten ook andere predatoren een rol hebben gespeeld.

De schelpdikte van het mosselzaad was toegenomen gedurende de periode van het experiment. Dit komt overeen met de resultaten gevonden door Frandsen & Dolmer (2002). Zij noemen dat dit mogelijk een reactie is van de mosselen op chemische stoffen die worden afgescheiden door de predatoren of een reactie op bewegingen van de predatoren. Een andere verklaring die ze noemen kan zijn dat de mosselen met de dunste schelp het eerst worden opgegeten en dat dus de dieren met een dikkere schelp overblijven.

In de onbeschermden vakken was de overleving van het bodemzaad significant beter. Een verklaring voor dit verschil is niet eenduidig. Er werden niet meer predatoren aangetroffen bij het MZI zaad dan bij het bodemzaad,

maar de predatoren kunnen bij het ophalen van het plateau verdwenen zijn. Er vond meer migratie plaats bij het MZI zaad dan het bodemzaad en bij het onbeschermd zaad dan bij het beschermd zaad. Het bodemzaad en MZI zaad lieten aan het eind van de proef geen verschil zien in schelpdikte of conditie. De sterkte van de sluitspier kan mogelijk wel verschillen, maar dat is niet bepaald.

4.2. Conclusies

- De overleving van mosselzaad was significant hoger in de beschermd vakken dan in de onbeschermd vakken.
- In de beschermd vakken werd geen significant verschil in overleving gevonden tussen bodem en MZI zaad.
- In de onbeschermd vakken was de overleving van het bodemzaad significant beter.
- Er vond meer migratie plaats bij het MZI zaad dan het bodemzaad.
- Er vond meer migratie plaats bij het onbeschermd zaad dan bij het beschermd zaad.
- De schelpdikte van het mosselzaad was toegenomen gedurende de periode van het experiment. Er was een significant grotere toename voor onbeschermd zaad. Er werd geen effect van type zaad gevonden.

4.3. Aanbevelingen

- Bij de hier gepresenteerde proef is het niet duidelijk of het verdwijnen van het mosselzaad wordt veroorzaakt door predatie of door wegspoelen. Wat er precies gebeurt op het perceel is onbekend. Vervolg onderzoek waarbij gebruik wordt gemaakt van onderwatercamera's is aan te bevelen.
- De hier gepresenteerde proef geeft informatie over de periode oktober/november. MZI zaad wordt echter al vanaf juli/augustus uitgezaaid. Door een proef uit te voeren met een start in juli of augustus kan ook over de periode informatie over verlies van mosselzaad door predatie worden verkregen.
- De hier gepresenteerde proef geeft informatie over de Waddenzee. MZI zaad wordt ook in de Oosterschelde uitgezaaid. Door de proef uitbreiden met een locatie in de Oosterschelde kan ook voor dit gebied informatie over verlies van mosselzaad als gevolg van predatie worden verkregen.
- Wanneer ook uit de vervolgprouven blijkt dat de bescherming het rendement van het zaad substantieel verhoogd kan overwogen worden het gebruik van bescherming op te nemen in de bedrijfsvoering (onder de voorwaarde dat het geen ontoelaatbare effecten op de omgeving veroorzaakt). Het aanbrengen en verwijderen van deze bescherming dient dan wel economisch rendabel te zijn. Gebruik van afbreekbaar materiaal is mogelijk een optie. Hierbij kan de bescherming langzaam verdwijnen terwijl het zaad uitgroeit tot een formaat dan minder vatbaar is voor predatie door krabben en zeesterren.

Literatuur

- Blankendaal, V.G. (2006). PRODUS 1c Alternatieve zaadwinning: Predatie-experiment met krabben en zeesterren. TNO Rapport 2006-DH-R0193/B.
- Brummelhuis E. & A.C. Smaal, 2001. Verkennende studie naar de effecten van zeesterrenvraat voor mosselkweek en naar de bestrijdingsmogelijkheden RIVO Rapport C017/01.
- Dare, P.J. 1982. Notes on the swarming behaviour and population density of *Asterias rubens* L. (Echinodermata: Asteroidea) feeding on the mussel, *Mytilus edulis* L. Cons. int. Explor. Mer. 40: 112-118.
- Davies, G., P.J. Dare & D.B. Edwards (1980). Fenced enclosures for the protection of seed mussels (*Mytilus edulis* L.) from predation by shore-crabs (*Carcinus maenas* (L.)). Fisheries Research Technical Report 56, Lowestoft.
- Elnor RW, Hughes RN (1978) Energy maximization in the diet of the shore crab, *Carcinus maenas*. J Anim Ecol 47:103–116
- Frandsen, R.P. & P. Dolmer (2002). Effects of substrate type on growth and mortality of blue mussels (*Mytilus edulis*) exposed to the predator *Carcinus maenas* Marine Biology 141: 253–262.
- Kamermans, P., E. Brummelhuis, J. Perdon, A. van Gool & J. Poelman (2004). Verbetering broedval mosselen. RIVO Rapport C013/04.
- Kamermans, P. (2006). Resultaten PRODUS Rendement MZI zaad, veldmetingen op percelen. MEMO juni 2006.
- Kamermans, P., M. Blankendaal & J. Perdon (in prep. for Aquaculture). Predation of shore crabs (*Carcinus maenas* (L.)) and starfish (*Asterias rubens* L.) on blue mussel (*Mytilus edulis* L.) seed from wild sources and spat collectors.
- Smaal, A., J. Craeymeersch, P. Kamermans & M. van Stralen (2001). Is food shortage the cause of Eider duck mortality? Shellfish and Crab abundance in the Dutch Wadden Sea 1994-1999. Wadden Sea Newsletter 2001 no. 1: 35-38.
- Sokal, R.R., Rohlf, F.J. (1995). Biometry. Third edition. WH Freeman and company, 887 pp.
- Sommer, U., B. Meusel & C. Stielau (1999). An experimental analysis of the importance of body-size in the seastar-mussel predator-prey relationship Acta Oecologica 20: 81-86.

Dankwoord

Graag bedanken wij Prins & Dingemanse voor het beschikbaar stellen van perceel Wieringen 85, de bemanning van de YE 198 voor het gebruik van het ruim van hun schip, Nico Laros van en de bemanning van de Stromvogel (LNV) voor het verzamelen van het bodem zaad en de bemanning van de Phoca (LNV) voor hulp bij de bemonsteringen.

Verantwoording

Rapport C079/07

Projectnummer: 4394100503

Dit rapport is met grote zorgvuldigheid tot stand gekomen. De wetenschappelijke kwaliteit is intern getoetst door een collega-onderzoeker en beoordeeld door of namens het Wetenschapsteam van Wageningen IMARES.

Akkoord: Dr. N. Dankers
Senior onderzoeker

Handtekening: 

Datum: juli 2007

Akkoord: Prof. Dr. A.C. Smaal
Lid wetenschapsteam

Handtekening: 

Datum: augustus 2007

| | |
|--------------------|----|
| Aantal exemplaren: | 20 |
| Aantal pagina's: | 22 |
| Aantal tabellen: | 4 |
| Aantal figuren: | 8 |
| Aantal bijlagen: | 0 |