

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 - Postbus 68 - 1970 AB IJmuiden - Tel.: +31 2550 64646

Afdeling: Aquacultuur

Rapport: AQ 90-08

Onderzoek naar het verloop van enkele waterkwaliteitsparameters in een gesloten oesterbewaarsysteem.

Auteur: J.J.Kesteloo-Hendrikse en J.Bol.

Project: 60.010
Projectleider: Drs.R.Dijkema
Datum van verschijnen: november 1990

Inhoud:

1. Samenvatting	2
2. Inleiding.....	2
3. Uitvoering van het onderzoek	3
4. Resultaten	5
5. Discussie en conclusie.....	6
6. Literatuur.....	7
7. Figuren	8

1. Samenvatting:

Dit rapport geeft een overzicht van de resultaten van een onderzoek naar het verloop van de pH, het ammonium-, nitriet- en nitraatgehalte in een gesloten bewaarsysteem met oesters. Dit onderzoek is opgezet met het oog op het opstellen van ontwerpcriteria voor quarantaine-systemen voor importoesters.

De productie van ammoniak door 200 platte oesters (*Ostrea edulis* L.) en de ontwikkeling van de gehalten aan nitriet en nitraat en de pH werden bepaald in een gesloten systeem van 240 liter gedurende een periode van 27 dagen zonder waterverversing. Het ammoniumgehalte steeg tot 0.8 g/m^3 , stabiliseerde dan en nam vervolgens weer af. Het nitrietgehalte steeg tot 2.5 g/m^3 , waarna stabilisatie optrad, terwijl het nitraatgehalte tijdens het gehele onderzoek bleef stijgen. Deze kon worden verklaard door het bereiken van een evenwicht tussen productie en bacteriële afbraak van ammoniak en nitriet.

Geconcludeerd wordt dat relatief weinig waterverversing noodzakelijk is voor handhaving van kwaliteit en houdbaarheid van de bewaarde oesters, en dat in een gesloten systeem, de bacterieflora in het systeem en op de oesters zelf in belangrijke mate in staat is het geproduceerde ammoniak te verwijderen.

2. Inleiding:

Door de gemeente Reimerswaal is de mogelijkheid onderzocht om een systeem op te zetten voor het bewaren van geïmporteerde platte oesters (*Ostrea edulis* L.). Het is hierbij de bedoeling oesters in containers in zeewater te bewaren. Het geloosde water mag niet terug in de Oosterschelde, maar moet via de riolering afgevoerd worden. Het lozen van zeewater op openbare riolerings- en zuiveringssystemen stuit echter op technische bezwaren en is in de regel niet toegestaan. In dit geval is sprake van een tijdelijke uitzonderingssituatie. Het is dan ook de bedoeling het opgepompte zeewater optimaal te gebruiken en de waterverversing zo beperkt mogelijk te houden.

Wanneer schelpdieren in een gesloten (quarantaine)systeem worden bewaard, zal de kwaliteit van het water zo goed mogelijk moeten worden gehouden. In principe gebeurt dit door het toevoegen van zuurstof, meestal door beluchting, het verwijderen van de giftige afvalstoffen ammoniak en nitriet door bacteriën en het gedeeltelijk verversen van het water in het systeem.

Dit onderzoek is opgezet om enig inzicht te krijgen in het functioneren van zo'n bewaarsysteem, met name wat betreft grootte van de productie van ammoniak door de opgeslagen oesters, de verdere omzetting daarvan door de in het systeem aanwezige bacterieflora tot nitriet en nitraat en het verloop van de pH onder invloed van de verzurende werking van deze omzetting.

3. Uitvoering van het onderzoek:

Op 18-9-1990 zijn 200 oesters (totaal 19.5 kg.), verdeeld over 10 plastic rekjes, ingezet in een afgesloten bak met 240 liter zeewater, bezettingsdichtheid = 81 kg/m^3 , dit komt overeen met de gemiddelde situatie in de oesterputten te Yerseke. De bak werd belucht d.m.v. een compressorpompje; de lucht werd vanaf de bodem met bruissteentjes langs de zijkanten van de bak door het systeem geleid. De bak was met een deksel afgesloten en bevond zich in een oesterput van N.V. de Meulemeester & Co te Yerseke. De bak stond in het water, zodat te grote temperatuurschommelingen werden vermeden. De eerste dag werd ieder uur een watermonster genomen en de temperatuur bepaald. In het watermonster werden op het lab de pH gemeten en het ammonium-gehalte bepaald. De volgende dagen werden steeds twee monsters genomen, één aan het begin en één aan het eind van de dag. In deze monsters werden de pH gemeten en het ammonium- nitriet- en nitraatgehalte bepaald. Dit onderzoek werd voortgezet tot 15-10-1990.

Het zeewater in het systeem was steeds verzadigd met zuurstof, de saliniteit bedroeg 31.4 g/kg. De beluchting aan de uiteinden van de bak, waarbij de beluchtingssteentjes op de bodem rustten, garandeerde voldoende watercirculatie door de gehele bak.

De eerste weken werden de aantallen dode oesters 1 keer per week geteld, later 2 keer per week.

Na afloop van de proef werd een conditiebepaling uitgevoerd, zowel van de oesters in de bak als van een controlegroep van oesters van dezelfde partij, die tijdens het onderzoek in de oesterput stonden. Het water in de put werd dagelijks ververs. Ter vergelijking werd verder een conditiebepaling uitgevoerd aan oesters van een partij, afkomstig uit het oostelijk deel van de Grevelingen, die op het moment van monsternamen enkele dagen in het water van de put zelf verbleven.

Verklaring van afkortingen en beschrijving van de toegepaste analysemethoden:

Afkorting	Parameter/methode
watertemp.	de watertemperatuur in °C tijdens monstername.
O ₂	zuurstofgehalte in g.m ⁻³ .O ₂ ., bepaald met een zuurstofmeter, fabrikaat Yellow Springs, model 58.
pH	zuurgraad in pH-eenheden, bepaald met een pH-meter met een gecombineerde pH-elektrode, fabrikaat WTW, model 530.
N-NH ₄	ammoniumgehalte in g.m ⁻³ .N., fotometrisch bepaald met behulp van de Berthelot-reaktie en gemeten bij een golflengte van 623 nm. met de colorimeter, fabrikaat Vitatron.
N-NO ₂	nitrietgehalte in g.m ⁻³ .N., fotometrisch bepaald met behulp van de sulfanylamide-methode en gemeten bij een golflengte van 540 nm. met de colorimeter, fabrikaat Vitatron.
N-NO ₃	nitraatgehalte in g.m ⁻³ .N., gereduceerd over een Cd-kolom, vervolgens bepaald als N-NO ₂ .
Sal.	saliniteit in g.kg ⁻¹ .bepaald met een conductometer, fabrikaat WTW, model LF 191.
C.I.	conditie-index, het quotiënt van het droogvleesgewicht en het droogschelpgewicht, volgens de methode toegepast door Mann (1978).

4. Resultaten:

In figuur 1.0. is het verloop te zien van het ammonium-, nitriet en nitraatgehalte:

Het ammoniumgehalte neemt in de eerste dagen van het onderzoek toe tot 0.8 g/m^3 , stabiliseert dan en neemt vervolgens weer af. Het nitrietgehalte neemt de eerste 400 uur toe en stabiliseert daarna, terwijl het nitraatgehalte tijdens het gehele onderzoek blijft stijgen.

Door nitrifikatie ($\text{NH}_3 + 2\text{O}_2 \rightarrow \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O}$) wordt tijdens de duur van de proef $14 \text{ g/m}^3 \text{ N-NO}_3$ gevormd: $14 \text{ g/m}^3 \text{ N-NO}_3 \Rightarrow 1 \text{ mol/m}^3 \text{ N-NO}_3 \Rightarrow 1 \text{ mol/m}^3 \text{ H}^+$. Het zuurbindendvermogen van zeewater is ca. 2.4 mol/m^3 , dus globaal wordt ongeveer de helft van het zuurbindendvermogen gebruikt. Denitrifikatie ($4\text{HNO}_3 + 5\text{CH}_2\text{O} \rightarrow 5\text{CO}_2 + 2\text{N}_2 + 7\text{H}_2\text{O}$) neemt weer zuur weg.

Figuur 1.1. geeft het verloop van de pH :

De pH daalde in het eerste stadium van de proef, door CO_2 -productie van de oesters, van 8.3 tot een waarde van 7.8. De verdere daling tot 7.5 na 400 uur wordt veroorzaakt door NO_3 -vorming.

Globaal wordt de helft van het aanwezige bicarbonaat verbruikt:

$$\text{Bij start: } \text{pH} = 6.05 + \log \frac{[\text{HCO}_3^-]}{[\text{CO}_2]}$$

$$\text{Bij begin } \text{NO}_3\text{-vorming: } 7.80 = 6.05 + \log \frac{2.4}{[\text{CO}_2]} \Rightarrow [\text{CO}_2] = 0.043 \text{ mol/m}^3$$

$$[\text{CO}_2] = \text{constant (bepaald door beluchting) daer volgt uit: } \text{pH} = 6.05 + \log \frac{1.4}{0.043} = 7.56$$

De stijging van de pH na 400 uur is te verklaren door denitrifikatie.

Figuur 1.2. geeft het verloop van de watertemperatuur tijdens het onderzoek:

De gemiddelde dagtemperatuur van het zeewater liep de eerste 400 uur op van 13.5 tot 16.0°C , vervolgens zakte de temperatuur vrij snel tot 12.5°C , om dan weer geleidelijk op te lopen tot 16.0°C , het grootste dagverschil (tussen ochtend en namiddagmeting) bedroeg 2°C .

Figuur 2 geeft het cumulatieve sterftepercentage gedurende het onderzoek.

Figuur 3 geeft een beeld van de conditie-index van de onderzochte oesters.

5. Discussie en conclusie:

Het stabiliseren van het ammoniumgehalte na 100 uur op 0.8 g/m^3 , het daarna afnemen van het gehalte en het stabiliseren van het nitrietgehalte op ongeveer 3 g/m^3 na ca. 400 uur wijzen erop, dat in het systeem een evenwichtstoestand is ontstaan. Zo'n evenwicht was mogelijk, doordat zich in het systeem voldoende bacteriën konden ontwikkelen om eerst het door de oesters geproduceerde ammoniak tot nitriet en vervolgens het nitriet tot nitraat om te zetten. In recirculatiesystemen is het bereiken van zo'n evenwicht alleen mogelijk, wanneer er voldoende aanhechtingsoppervlak beschikbaar is voor een bacteriefilm waarin de omzetting kan plaatsvinden (Nijhof en Bovendeur, 1989). Daartoe wordt in de praktijk voldoende aanhechtingsoppervlak gecreëerd door de installatie van biofilters, die meestal bestaan uit kunststof ringen of korrels, waardoor een sterke oppervlaktevergroting wordt verkregen. In het hier gebruikte systeem is enerzijds de ammoniakproductie laag, doordat de oesters niet worden gevoerd, waardoor veel minder bacteriën nodig zijn. Anderzijds blijkt het systeem zelf voldoende aanhechtingsoppervlak voor bacteriën te bieden op de wanden van de bak, de rekjes en vooral op de platte en geschubde schelpen van de oesters zelf. Opmerkelijk is het snelle ontstaan (na 400 uur) van denitrifikatie. Door de onstane evenwichtstoestand bleef gedurende de gehele proefperiode de waterkwaliteit in het systeem ruim voldoende om de oesters in goede conditie en kwaliteit te houden, zonder dat het water in het systeem hoefde te worden ververscht. Er werd uitsluitend belucht, wat noodzakelijk is om zuurstof aan- en het stofwisselingsproduct kooldioxyde (CO_2) af te voeren. De hoeveelheid oesters in het systeem bedroeg 19.5 kg in 240 liter water, een bezettingsdichtheid van ruim 81 kg/m^3 . Dit komt overeen met de praktijksituatie in een oesterput bij gemiddelde bezetting. In een quarantainesysteem zullen in de praktijk de dichtheden hoger uitvallen, en zal vaak ook minder tijd beschikbaar zijn voor de opbouw van een bacteriefilm. Verder is in een groter systeem het wandoppervlak relatief geringer. Het zal daarom in een systeem op bedrijfsschaal eerder noodzakelijk zijn het water periodiek te verversen. Tijdens deze proef bleven de gemeten gehalten aan toxische stoffen beneden bekende lethale waarden voor volwassen oesters (Wickins, 1980).

De conditie, en daarmee de vleeskwaliteit van de oesters in het gesloten systeem is, vergeleken met de oesters die gedurende het onderzoek in de put gestaan hebben en met die van oesters die slechts een paar dagen in de put verbleven, niet verslechterd. De conditie-index van de oesters uit het onderzochte systeem komt zelfs iets hoger uit dan de index van de andere twee partijen. (fig.3).

Conclusie:

Uit deze proef is niet gebleken wat de tolerabele gehalten aan afvalstoffen zijn. Ook was de schaal van de proef te klein om inzicht te krijgen in de vereiste mate van waterverversing voor een systeem op praktijkschaal. Wel kan worden geconcludeerd, dat een recirculerend bewaarsysteem voor oesters zeer veel minder waterverversing nodig heeft dan gangbare recirculatiesystemen in de aquacultuur. Voorlopig lijkt de zeer voorzichtige raming geoorloofd dat, wanneer in een dergelijk bewaarsysteem, bij vergelijkbare bezettingsdichtheden, geen sterfte optreedt of andere bronnen van toxische stoffen aanwezig zijn, verversing van 25% van het watervolume om de 2 dagen voldoende zal zijn om het water en de oesters in goede conditie en van goede kwaliteit te houden. Uiteraard, en dat geldt voor ieder systeem, zullen het zuurstofgehalte, de pH dagelijks en het ammoniumgehalte om de paar dagen moeten worden gecontroleerd.

6. Literatuur:

Mann, 1978, A comparison of morphometric, biochemical and physiological indexes of condition in marine bivalve molluscs. Contr. No. 4030. Woods Hole Oceanographic Institution.

Nijhoff, M. and J. Bovendeur. Fixed-film nitrification characteristics in sea water recirculation fish culture systems. In: Bovendeur, J., Fixed-biofilm reactors applied to waste water treatment and aquacultural water recirculating systems. Proefschrift Landbouwniversiteit Wageningen, november 1989.

Phernambucq- van Iwaarden A.J.W., (1981). Oriënterend onderzoek naar de waterkwaliteit in een aantal binnendijkse oesterputten in de periode oktober - december 1980. RIVO- rapport SO 81-03

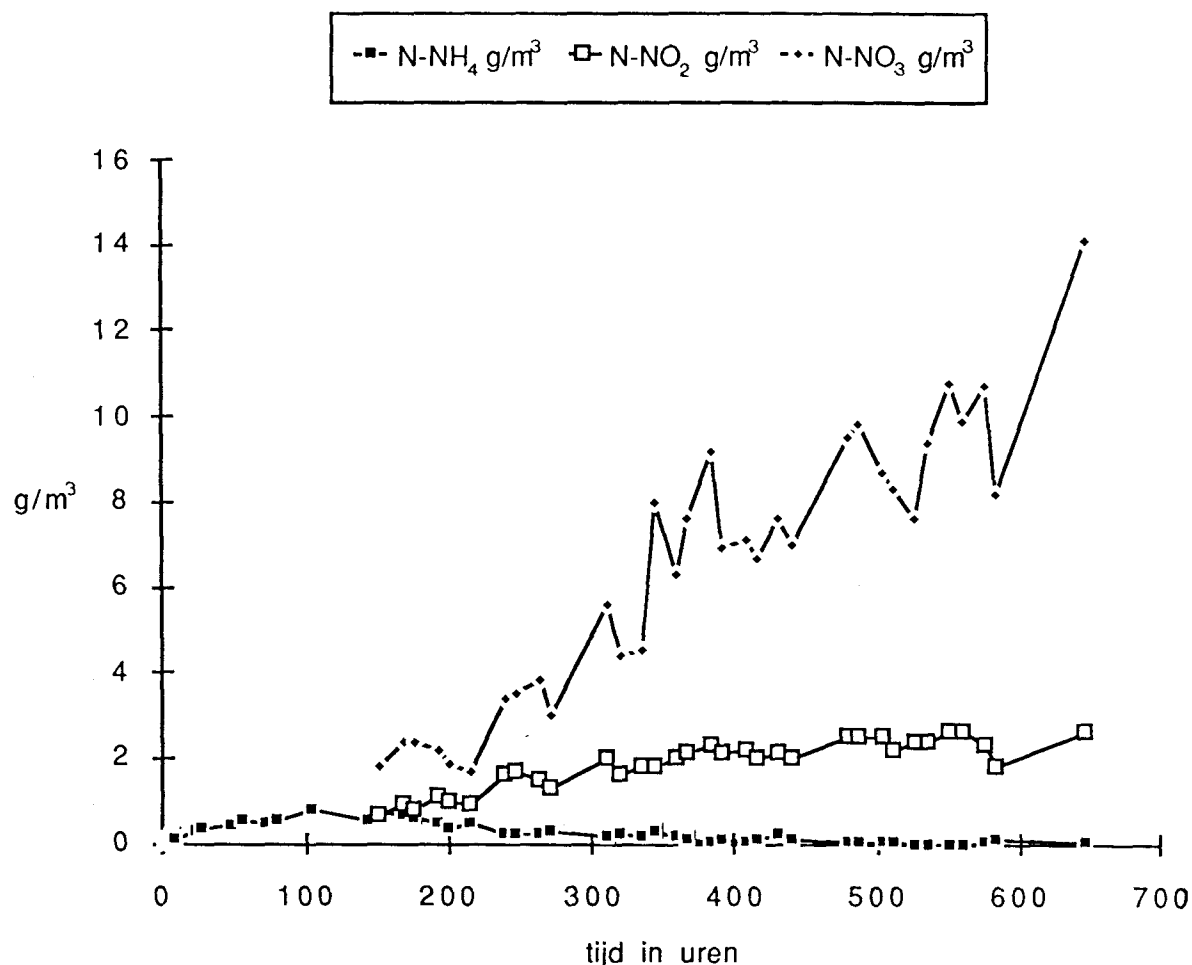
Phernambucq- van Iwaarden A.J.W., (1982). Conditie- en glycogeen- indexen ter bepaling van de conditie van oesters. RIVO- rapport SO 82-02

Phernambucq- van Iwaarden A.J.W. en A.M.P.E. Verras, 1984. Onderzoek naar de waterkwaliteit in drie oesterbewaarsystemen te Yerseke gedurende het seizoen 1981 - 1982. RIVO- rapport SO 84-01

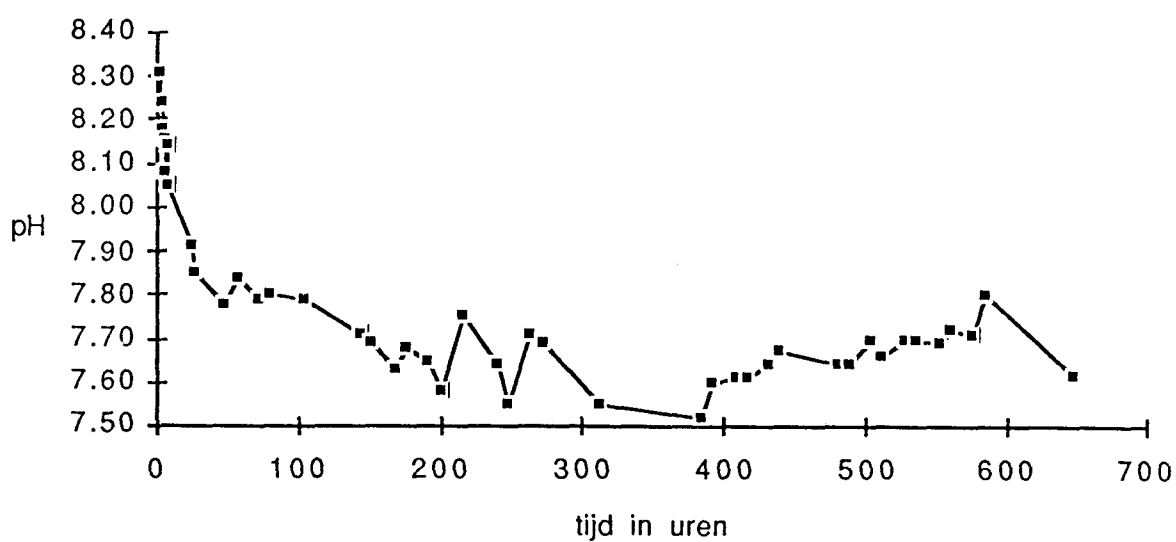
Phernambucq- van Iwaarden A.J.W, M.T.T. de Leeuw- Vereecken. en A.M.P.E. Verras, 1984. De waterkwaliteit, -huishouding en -behandeling in het oesterbewaarsysteem van N.V. de Meulmeester & Co te Yerseke in de seizoenen 1981 - 1982 en 1982 - 1983. RIVO- rapport SO 1984-02.

Wickins, J.F., 1980. Water quality requirements for intensive aquaculture, a review. EIFAC/80/Symp: R/2

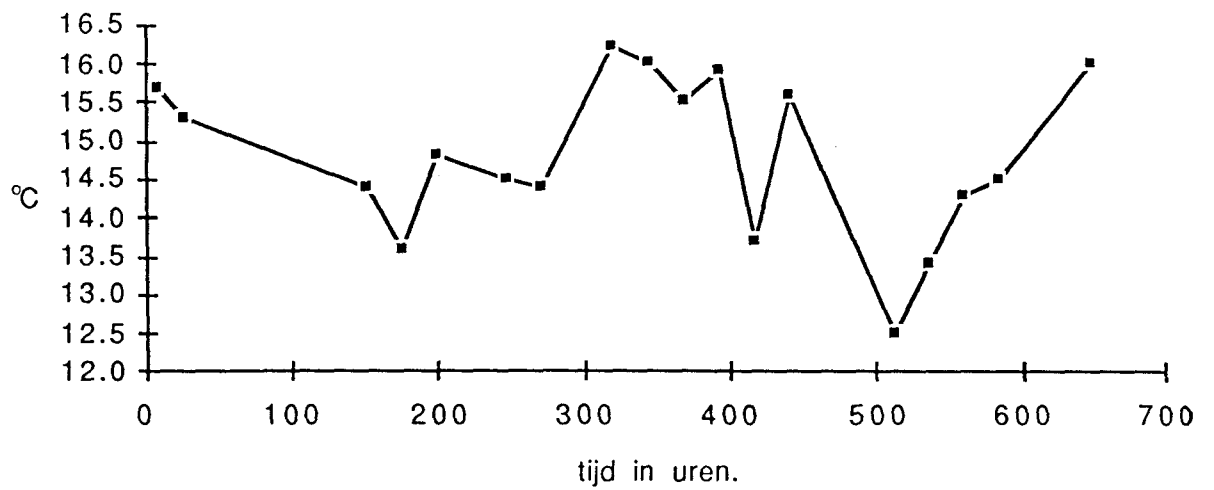
7. Figuren:



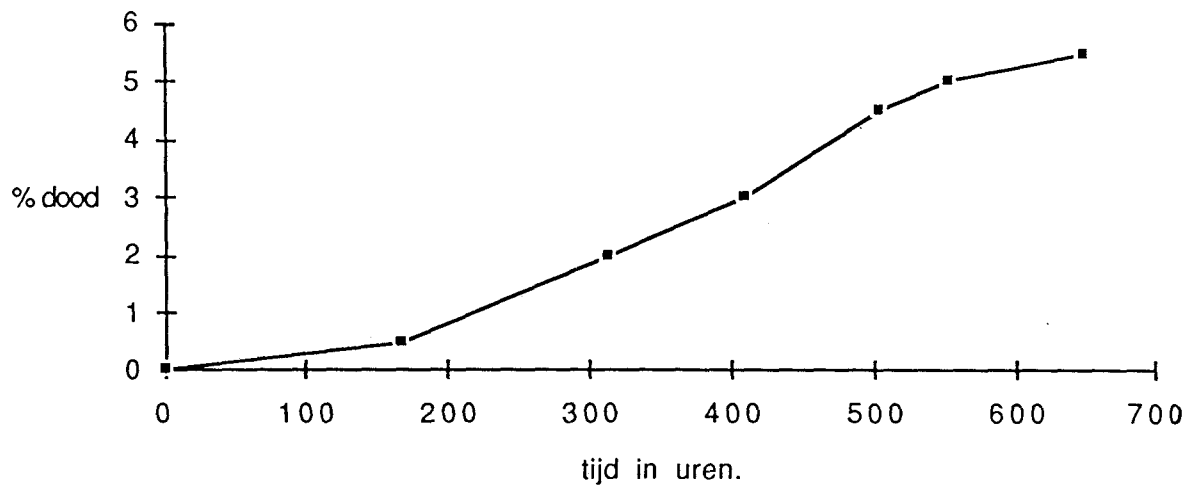
figuur: 1.0. Verloop van het ammonium- nitriet- en nitraatgehalte gedurende het onderzoek.



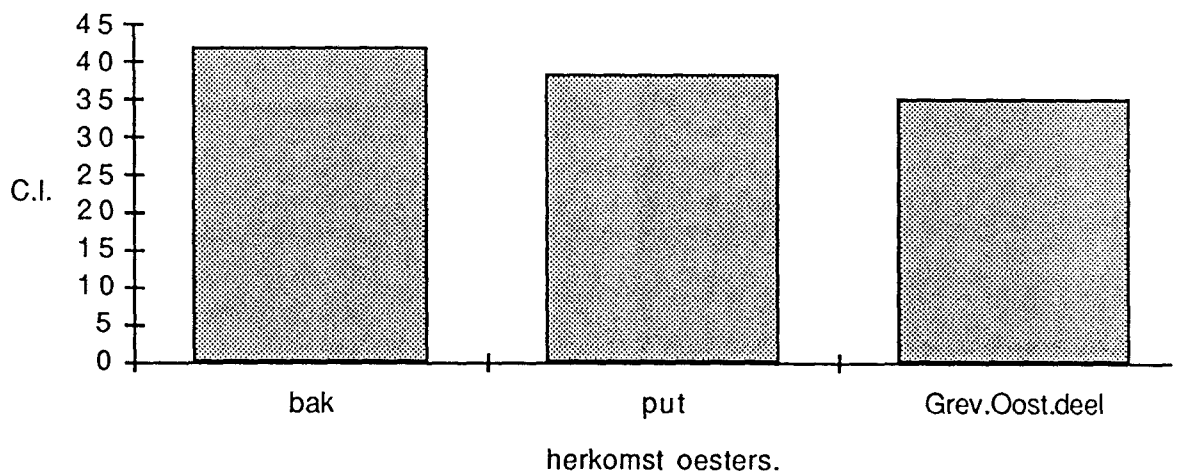
figuur: 1.1. Het verloop van de pH gedurende het onderzoek.



figuur: 1.2. Verloop van de watertemperatuur gedurende het onderzoek, de gemiddelde waarden van ochtend- en namiddagmeting.



figuur: 2. Het cumulatieve percentage sterfte in de loop van de proef.



figuur: 3. De conditieindex, van de 3 verschillend bewaarde partijen oesters, bepaald aan het eind van het onderzoek.