

ZS 79-2

RELATIE TUSSEN DE LENGTE VAN PAAISNOEK
EN HET VOORTPLANTINGSRESULTAAT.

J. Willemsen

ZS 79-02

RIJKSINSTITUUT VOOR VISSERIJONDERZOEK

Haringkade 1 - Postbus 68 - IJmuiden - Tel. (02550) 1 91 31

Afdeling: BIOLOGISCH ONDERZOEK ZOETWATERVISSERIJ-SCHUBVIS

Rapport: ZS 79-2

RELATIE TUSSEN DE LENGTE VAN PAAISNOEK
EN HET VOORTPLANTINGSRESULTAAT.

Auteur: J. Willemsen

Project: 5-7025 - Onderzoek naar de samenstelling van snoek-
standen in de Nederlandse binnenwateren en
de factoren die deze samenstelling beïnvloeden,
ten behoeve van doelmatige beheersmaatregelen.

Projectleider: J. Willemsen

Datum van verschijnen: Maart 1979.

Inhoud: Samenvatting.
I Inleiding.
II Methodiek.
III Resultaten.
IV Conclusie.

INHOUDSOPGAVE

=====

	<u>Blz.</u>
Samenvatting	1
I Inleiding	1
II Methodiek	2
1. Nieuw-Vennep/IJmuiden 1969	2
2. Nieuw-Vennep 1954	3
3. Grouw 1966	3
III Resultaten	4
1. Ei-diameter	4
2. Sterfte eieren in relatie tot lengte wijfjes	5
3. Dito tot lengte mannetjes	5
4. Sterfte larven	8
5. Sterfte na larvale periode	10
6. Lengte larven	10
7. Groeisnelheid jonge snoekjes	10
IV Conclusie	10

SAMENVATTING

=====

In de sportvisserij is de laatste tijd de vraag "heeft het zin om grote snoek na de vangst terug te zetten?" een niet alleen actuele, maar zelfs emotionele, zaak geworden. In de discussie hierover wordt veel waarde toegekend enerzijds aan de veronderstelling dat grote snoek zeer belangrijk is voor de voortplanting, en anderzijds aan het vermoeden dat grote snoek alleen maar eieren van slechte kwaliteit produceert. Om enig inzicht in deze problematiek te verschaffen, werden gegevens bewerkt uit vroeger uitgevoerd onderzoek (door Cazemier in 1966 en door de auteur in 1954 en 1969).

Hierbij bleek dat bij wijfjes binnen de lengtegroep 50-100 cm geen verschil in ei-kwaliteit in relatie tot de lengte kon worden aangetoond. Grote wijfjes produceren eieren die slechts weinig groter zijn dan die van kleine snoeken. De lengte van larven is niet aantoonbaar afhankelijk van die van de moedersnoek, hetgeen evenmin geldt voor de groeisnelheid van de jonge snoekjes en voor de sterfte in het ei- en larve-stadium.

Er werden wél aanwijzingen voor gevonden dat zeer grote mannetjes (76-78 cm) een slechter voortplantingsresultaat opleveren dan mannetjes van meer "normale" afmetingen (50-65 cm).

Uit oogpunt van visstandbeheer, voor zover daarbij een grote larvenproduktie gewenst is, is het terugzetten van grote snoek (dat wil zeggen wijfjes want mannetjes worden zelden groter dan 80 cm) dus zeker zinvol. In hoeverre dit ook geldt voor snoek groter dan 1 m is op basis van deze gegevens niet te beantwoorden.

I Inleiding.

Tegen de verhoging van de minimummaat van snoek in 1964 van 40 cm naar 50 cm werden diverse bezwaren aangevoerd. Eén daarvan was de veronderstelling dat het voortplantingsresultaat van grote snoek aanzienlijk slechter zou zijn dan dat van kleine snoek. Deze veronderstelling was niet gebaseerd op onderzoek over snoek maar op literatuurgegevens over diverse vissoorten waarbij een dergelijke relatie tussen lengte en kweekresultaat vermeld werd.

Gezien het belang voor de snoekteelt was reeds in 1954 in de OVB-snoekwekerij door ons een onderzoek ingesteld naar de invloed van de lengte van vrouwelijke paaisnoek op het bevruchtingspercentage. Daartoe werden 34 snoeken, in lengte variërend van 43 tot 100 cm, bevrucht. De percentages normaal ontwikkelde eieren varieerden van 0 tot 94 %, maar lieten geen relatie tot de snoeklengte zien (verslag van OVB over onderzoek Nieuw-Vennep, 1954).

Bij dit onderzoek in 1954 kon uit praktische overwegingen de eventuele invloed van de mannelijke snoeken niet voldoende geëlimineerd worden. Omdat het lengte-effect op de voortplanting na de maatverhoging van snoek weer actueel werd en de mogelijkheid zich voordeed op bescheiden schaal dit onderzoek te herhalen en bovendien de invloed van de mannetjes te elimineren, werd hiernaar in 1969 een onderzoek uitgevoerd. Ook toen kon niet worden aangetoond dat

grote wijfjessnoek een duidelijk slechter voortplantingsresultaat oplevert dan kleine snoek. In het jaarverslag 1969 van de Directie van de Visserijen (p.275-276) is dit resultaat, mede gezien de beperkte omvang van het onderzoek, in beknopte vorm vermeld.

Inmiddels is in'wéér ander verband ("heeft het zin om grote snoek terug te zetten?") voor de derde maal de vraag gerezen of de vele eieren die grote snoek produceert, van dubieuze kwaliteit zijn. Het leek daarom wenselijk om alsnog de gegevens van het 1969-onderzoek in een verslag vast te leggen en daarbij tevens het 1954-onderzoek en een onderzoek van Cazemier (1966) te betrekken. In dit rapport is alleen aandacht besteed aan de kwalitatieve ontwikkeling van de eieren. Daarnaast zou ook het kwantitatieve aspect van belang kunnen zijn indien grote snoeken relatief meer eieren zouden produceren dan kleine. Hoewel in de literatuur een dergelijke toename van de relatieve vruchtbaarheid bij snoek vermeld wordt, zijn er ook auteurs die het tegendeel beweren. Zo er dus al van een toename van de relatieve vruchtbaarheid sprake is, dan zal dit geen grote rol spelen.

II Methodiek.

1. Nieuw-Vennep/IJmuiden 1969.

Op 9 april werden tijdens het snoekafstrijken ten behoeve van de kwekerij te Nieuw-Vennep van 14 snoeken eieren opgevangen en groepsgewijs bevrucht (porties van ca 500 eieren). Deze groepen bestonden uit eieren van 2 of 4 wijfjes van uiteenlopende lengten, die per groep met sperma van gelijke herkomst (1-2 mannetjes) werden bevrucht (tabel V).

In het RIVO laboratorium werd het aantal eieren per proef teruggebracht tot 200. De eieren werden vervolgens opgekweekt in glazen 4 l-potten met doorluchting bij temperaturen van 16,5-19°C.

De eidiameter werd (11 april, 30 eieren per proef) bepaald met behulp van het Projectina-microscoop, als gemiddelde van twee loodrecht op elkaar staande metingen.

Op 13 april kwamen de eerste larven uit, op 14 april was ongeveer de helft uit, en op 18 april begonnen de jonge snoekjes te eten. In tabel 5 is behalve de procentuele sterfte in het eistadium, ook die in de totale ei-larveperiode, dus t/m 18 april, vermeld.

Op 18 april werden de snoekjes (50 per proef) overgebracht in aquaria met een inhoud van 100 l en na het larve-stadium ruim gevoerd met zoöplankton. In twee aquaria trad op één dag massale sterfte op, waarschijnlijk door een buiten de proef liggende oorzaak; in de kolom "sterfte 18/4 - 8/5" zijn deze gegevens daarom niet opgenomen.

De lengte van de larven werd langs fotografische weg bepaald, die van de jonge snoekjes aan het eind van de proefperiode door directe meting. Als gevolg van de ver-

schillende situering van de aquaria waren de temperaturen tijdens het doorkweken niet overal volkomen gelijk, waardoor verschillen in lengte op 8 mei niet zonder meer betrokken kunnen worden op de lengte van de oudersnoeken (zie III 7. Groeisnelheid van jonge snoekjes).

2. Nieuw-Vennep 1954.

In grote lijn was de gevolgde methode identiek aan die van 1969.

Het onderzoek vond geheel plaats in de kwekerij te Nieuw-Vennep. Snoeken werden afgestroken op 7 verschillende dagen (23 maart - 14 april). Daarbij werden eieren van drie groepen van 4-6 snoeken groepsgewijs met hetzelfde sperma bevrucht. Van de overige snoeken werden de eieren met sperma van willekeurige mannetjes, niet groepsgewijs, bevrucht.

De eieren werden opgekweekt in kleine proeftrechtertjes. Meting van de eidiameter geschiedde in een glazen buisje dat zodanig schuin geplaatst werd dat de daarin liggende ca 20 eieren elkaar net raakten zonder als gevolg van wederzijdse druk van vorm te veranderen. De op deze wijze berekende diameter was dus een gemiddelde.

Het percentage dode eieren werd 5-7 dagen na de bevruchting bepaald. Hierna werden de larven verder doorgekweekt in aquaria, maar door de wisselende omstandigheden in de kwekerij was de onderlinge vergelijkbaarheid van de opeenvolgende proefseries onvoldoende. Hier zij slechts opgemerkt dat er geen verschil in levensvatbaarheid van larven en groei van de snoekjes kon worden geconstateerd in samenhang met de lengte van de moeder-snoek.

3. Grouw 1966.

Cazemier verrichtte in 1966 ten behoeve van de OVB een onderzoek naar mogelijke verbeteringen in de methoden voor de kunstmatige teelt van snoek. In dit onderzoek is de relatie tussen afmeting van paaisnoek en het voortplantingsresultaat niet als zodanig betrokken. Desondanks is er uit bewerking van de proefgegevens informatie over deze relatie te verkrijgen:

In zijn onderzoek heeft Cazemier een aantal factoren die het voortplantingsresultaat zouden kunnen beïnvloeden onderzocht. Van de volgende factoren kon binnen zekere grenzen deze invloed niet worden aangetoond: temperatuur tijdens bevruchting, gebruik van natuurlijk- of leidingwater als bevruchtingsmilieus, doorstroming tijdens ei-ontwikkeling met natuurlijk of leidingwater (Grouw), "zwaar afstrijken" van wijfje. Wél maakte het verschil uit of bij de bevruchting de "natte methode" werd toegepast of de (semi)droge; deze laatste methode leverde een hoger bevruchtingspercentage op.

Aangezien het effect van de genoemde factoren dus gering of afwezig was, kon een groot deel van de proeven van Cazemier ook beschouwd worden als één reeks waarin vooral de afmeting van de ouder-snoeken varieerde. In deze reeks zijn enkele proeven waarin de uitgangssituatie niet normaal leek, weggelaten. Dit betrof eieren van al eerder afgestreken-, van gedeeltelijk uitgepaaide-, of van verdoofde snoeken.

Een bezwaar van deze reeks, die in de oorspronkelijke opzet dus geen echte reeks was, is dat het moment waarop bepaald werd in welke mate de bevruchting geslaagd was, niet uniform was. Afhankelijk van proefopzet en omstandigheden werd het bevruchtigingspercentage bepaald op een tijdstip van 1-7 dagen na de bevruchting. In de praktijk was de invloed van dit tijdsverschil niet groot, zoals blijkt uit de 5 series waarin de eiontwikkeling meer dan één keer werd gecontroleerd:

Percentages normale eieren na 2 en 7 dagen resp. 78 en 75%; na 1 en 3 dagen beiden 71%; na 2,4 en 7 dagen resp. 78, 78 en 70%; na 2 en 7 dagen resp. 92 en 86%; na 1 en 3 dagen resp. 85 en 79%.

TABEL I - Ei-diameter van snoek uit kwekerij Nieuw-Vennep. Metingen aan eieren ca 2 dagen na de bevruchting. 1954 en 1969.

Lengte snoek, cm.	Aantal	Gemiddelde diam., mm.
41 - 50	3	2,6
51 - 60	11	2,7
61 - 70	9	2,8
71 - 80	5	2,7
81 - 90	3	2,7
91 -100	4	2,9

III Resultaten.

1. Ei-diameter.

In tabel I zijn de gemiddelde ei-diameters vermeld van snoek van uiteenlopende lengte. Uit deze cijfers blijkt een lichte tendens naar een met de snoeklengte toenemende ei-diameter. Eenzelfde conclusie is te trekken uit gegevens van Lindroth (1946) die bij snoek van 50-60 cm een ei-diameter vond van 2,6 mm, en een tot 2,9 mm toenemende diameter bij snoek van 110 cm. Overigens kwalificeert Lindroth deze metingen als weinig nauwkeurig. Dit laatste geldt in nog sterkere mate voor de conclusie van Schäperclaus (1940) dat grote snoeken grote eieren produceren.

2. Sterfte tijdens ontwikkeling van de eieren in relatie tot de lengte van de wijfjes-snoek.-----

Door falende bevruchting en/of slechte kwaliteit van de eieren, ontwikkelen eieren zich niet of abnormaal en sterven meestal binnen enkele dagen.

Uit de beschikbare gegevens is op verschillende manieren informatie te halen over de invloed die de lengte van de oudersnoek heeft op de normale ontwikkeling van de eieren:

- a. Wanneer er van wordt uitgegaan dat de invloed van de mannetjes wat dit betreft van ondergeschikt belang is, dan kunnen alle hiervóór besproken gegevens samen gevoegd worden en gegroepeerd in relatie tot de lengte van de wijfjes-snoeken. Dit kan temeer daar het vrij grote aantal gegevens een eventueel effect van de mannetjes grotendeels zal neutraliseren. (Wél moet er hier weer op gewezen worden dat de observatieperiode niet steeds gelijk was, maar dat de hierdoor ontstane verschillen -zie methodiek 1966- betrekkelijk gering zijn). Ten aanzien van de gegevens uit Grouw is nog als bedenking aan te voeren dat deze ten dele berusten op de minder gunstige methode van "nat bevruchten". Wanneer de natte-bevruchting-gegevens niet worden meegerekend, dan wordt de laatste kolom van tabel II (sterfte eieren bij toenemende snoeklengte) 9-26-25-19-24-23%. Noch deze laatste reeks, noch de ongecorrigeerde cijfers, zowel voor het totaal als voor de afzonderlijke jaren, tonen aan dat er binnen de lengtegroep van 50 tot 100 cm van wezenlijk verschil in ei-sterfte sprake is. Het lagere sterftepercentage bij eieren van snoek kleiner dan 50 cm, suggereert een betere ei kwaliteit bij kleine snoek, maar gezien het geringe aantal (4 snoeken) en de grote spreiding in sterftepercentage bij snoek van alle lengten, is dit verschil niet als significant te beschouwen.
- b. Bij de onder a. toegepaste berekening is er van uitgegaan dat het al dan niet normaal ontwikkelen van de eieren slechts in beperkte mate door de mannetjes bepaald wordt. Deze onzekerheid kan vermeden worden door eieren van een serie wijfjes-snoeken van uiteenlopende lengten te bevruchten met sperma van één herkomst (zie methodiek 1969). Een dergelijke proef is negen maal uitgevoerd. In tabel III zijn de sterfte percentages vermeld in samenhang met de lengte van de wijfjes-snoek (lengte ook binnen de kolom toenemend van links naar rechts). Ook uit deze cijfers blijkt allerm minst dat bij snoek van 50-100 cm de ei-sterfte lengte-afhankelijk is.

3. Sterfte tijdens ei-ontwikkeling in relatie tot lengte van mannetjes-snoek.-----

Mannetjes-snoek groeit langzamer dan wijfjes-snoek, hetgeen zich onder meer manifesteert in resp. maximale lengten van ca 85 cm en ca 135 cm. In aantal berekend zijn in een snoekpopulatie mannetjes groter dan ca 65 cm van geringe betekenis en in de snoekteelt worden dan ook voornamelijk mannetjes van ca 50-65 cm afgestroken.

TABEL II

Procentuele sterfte in ei stadium bij 83 wijfjessnoeken van uiteenlopende lengten.

Lengte ♀ Snoek	Nieuw Vennep 1954		Nieuw Vennep 1969		Grouw 1966		Totaal	
	Per Snoek	Gemiddeld	Per Snoek	Gemiddeld	Per Snoek	Gemiddeld	Aantal	Gemiddeld
41 - 50 cm	9- 6- 12	9			25	25	4	13
51 - 60	16-21- 7-27	33	16-19- 8-46	23	72-23-44-24	29	31	30
	12-62- 47-27		28		8-31-17-27			
	24-16-100				62-59- 4-28			
61 - 70	32-27- 14-63	28	35	35	22-49-27- 9	22	21	26
	32-51- 9-25				2-35-22- 7			
	27-19- 22-15							
71 - 80	24-17- 23-23	19	18	18	35-18- 7-15	21	11	19
	9				32			
81 - 90	18	18	9-31-12	17	27-25-27-28	29	11	25
					55-30- 8			
91 -100	22-28	25	28-18	33	21	21	5	23

TABEL III

Groepsgewijze bevruchting van snoek van uiteenlopende lengten met per serie sperma van gelijke herkomst. Sterftepercentages tijdens ei-ontwikkeling.

Serie	Lengtegroep wijfjes-snoek in cm					
	50 - 60	61 - 70	71 - 80	81 - 90	91 - 100	
1954 23/3	7-16-21	32-27	17-24		22	
25/3		14-63				
2/4	24-16		18			
1966 1	4		7			
18	25-23-72-59	27				
19	24-44		35-18			
1969 C-F	16-19		18	9		
G-J	8					
K-N	46-28	35		31-12		28-18

Uit het onderzoek van Cazemier kon enige informatie worden verkregen over de invloed van de lengte van mannetjes (binnen de lengtegroep 50-65 cm) op de eisterfte. In tabel IV zijn de bevruchtingsresultaten met wijfjes van uiteenlopende lengten gerubriceerd naar twee lengtegroepen van mannetjes. Uit deze cijfers blijkt binnen deze lengtegroep geen enkele relatie tussen de afmeting van mannetjes en sterfte tijdens de ei-ontwikkeling.

TABEL IV

Sterftepercentage tijdens eiontwikkeling in relatie tot lengte van mannetjes 1966.

Lengte ♂ cm	Eisterfte in %	Gemiddeld	Aantal
50 - 55	96-93-73-71-98-73-45-75-92-75	79	10
56 - 65	88-78-73-93-65	79	5

In 1969 kon ook enige informatie verkregen worden over het bevruchtingsresultaat van zeer grote mannetjes: met het sperma van twee mannetjes van 76 en 78 cm werden eieren van twee snoeken (serie A-B, tabel V) bevrucht. De sterfte in het eistadium bedroeg resp. 43% en 62%. Ter vergelijking diende hier een groep van 12 wijfjessnoeken waarvan de eieren bevrucht waren door mannetjes van 46-58 cm. Bij deze laatste 12 snoeken varieerde de eisterfte van 8-46% (gemiddeld slechts 22%). Het geringe aantal van twee bevruchtingsproeven met grote mannetjes laat uiteraard geen harde conclusie toe, maar de hoge sterfte-percentages van 43 en 62% ten opzichte van dat van 22% bij kleinere mannetjes, vormt een aanwijzing dat het bevruchtingsresultaat bij zeer grote mannetjes vrij slecht is.

4. Sterfte in het larvale stadium.

In 1969 werd het broed van alle 14 snoeken opgekweekt, waarbij ondermeer de sterfte tijdens de larvale periode 14-18 april werd bepaald. Hierbij bleek (tabel V en VI) dat er geen wezenlijk verschil aantoonbaar is tussen de larvale sterfte van grote moedersnoeken (0-12%, gemiddeld 8%) en van kleine snoeken (0-10%, gemiddeld 5%).

Bij grote mannetjes was de situatie wél ongunstig: de sterfte onder de nakomelingen van de mannetjes van 76 en 78 cm bedroeg 17 en 20%, tegenover die van de twaalf kleinere mannetjes van gemiddeld 6%. Zowel wat betreft sterfte in het ei-stadium als in de larvale periode lijken zeer grote mannetjes dus inferieur.

TABEL V

Resultaat bevruchting snoekeieren 1969

Serie	Lengte snoek ♀	Lengte snoek ♂	Ei-diam. mm	Sterfte ei- stadium, %	Sterfte t/m 18/4, %	Gemidd.lengte larven mm 14/4	21/4	Sterfte % 18/4-8/5	Lengte 8/5, cm
A-B	91)	76-78	2,83	43	60	8,5	11,4		
	56)		2,65	62	82	8,2	10,3		
C-F	78)		2,68	18	21	8,2	11,3	4	3,7
	81)		2,68	9	8	8,2	11,4	6	3,7
	54)	53-58	2,75	16	23	8,4	11,4	16	4,1
	57)		2,85	19	29	8,7	11,8	20	4,4
G-J	91)		2,98	28	38	8,6	11,7	6	3,7
	95)	46	2,93	18	27	8,8	11,8	4	3,9
	56)		2,58	8	11	8,2	11,1	4	3,6
	65)		2,75	35	36	8,9	12,0	4	3,6
K-N	86)		2,83	31	41	8,8	11,9	4	3,8
	88)		2,63	12	24	8,2	11,0	20	3,7
	58)	51-58	2,85	46	49	8,7	11,8	8	4,0
	59)		2,58	28	33	8,4	11,3	6	3,7

TABEL VI

Gemiddelden van tabel II. Sterftcijfers (%) met uitzondering van serie A-B.

Lengte ♀ cm	Sterfte ei-stadium	Sterfte t/m 18/4	Lengte larven mm		Sterfte 18/4-8/5
			14/4	21/4	
54-65	25	30	8,50	11,39	10
78-95	19	27	8,47	11,50	7

5. Sterfte na de larvale periode.

Tijdens het opkweken van jonge snoekjes gedurende drie weken in 1969 trad in het algemeen weinig sterfte op: bij nakomelingen van drie snoeken bedroeg dit 16-20%, bij de overige elf snoeken slechts 4-8% (tabel V en VI). Ook hier kon geen relatie gelegd worden tussen de lengte van de moedersnoeken en de sterfte onder de juveniele snoek: gemiddelde sterfte bij de nakomelingen van "kleine" snoek (54-65 cm) 10% en bij de grote snoek (78-95 cm) 7%.

6. Lengte van larven in relatie tot die van de moedersnoeken.

Zoals blijkt uit tabel VI waren nakomelingen van grote en kleine snoeken vrijwel even groot: gemiddelde lengten van pas geboren larven resp. 8,47 en 8,50 mm. Ook vlak na de larvale periode was er van een wezenlijk verschil geen sprake: gemiddelde lengten resp. 11,39 en 11,50 mm.

7. Groeisnelheid van jonge snoekjes.

De larven uit het onderzoek van 1969 werden nog gedurende drie weken verder gekweekt teneinde een eventuele relatie tussen de lengte van de moedersnoeken en de groeisnelheid aan te tonen. Evenals bij de larven was hier echter geen verschil aantoonbaar: na drie weken bedroeg de gemiddelde lengte van nakomelingen van grote wijfjes 3,8 cm en van kleine 3,9 cm (tabel V). Hierbij moet worden opgemerkt dat de groei van de laatsten enigszins begunstigd kan zijn door de iets hogere temperatuur (gemiddelde temperaturen resp. 15,5 en 16,1°C).

IV. Conclusie.

Binnen de lengtegroep 50-100 cm blijkt op geen enkele wijze dat de kwaliteit van de eieren van grote snoeken slechter is dan van kleine snoeken. Noch in sterfte tijdens de incubatie van de eieren of tijdens de ontwikkeling tot juveniele snoek, noch in de afmeting van larven, noch in groeisnelheid is er van wezenlijk verschil sprake. Dat wil niet zeggen dat er totaal géén verschil is, maar wél dat een eventueel verschil, ten opzichte van de grote

spreiding als gevolg van andere oorzaken, van ondergeschikt belang zal zijn.

Een open vraag blijft of wijfjessnoeken groter dan 100 cm wél wezenlijk slechtere resultaten geven. Naar analogie van de slechte resultaten die met enkele zeer grote, en dus oude, mannetjes bereikt werden, is het niet onmogelijk dat de ei-kwaliteit van zeer oude wijfjes, dus bijvoorbeeld in de lengtegroep van 1,20-1,35 m duidelijk slechter is.

- Cazemier, W.G. 1966 : Verslag van een onderzoek naar verbeteringen in de methoden voor de kunstmatige teelt van snoek. OVB-rapport. 134p.
- Fjedi, S.P. 1958 : De betekenis van de snoek voor de bestrijding van vis van geringe waarde en schade-lijke vis. Rybnoje chozjajstwo, no.3 (Russisch).
- Frost, W.E. and Kipling, C. 1967 : A study of reproduction, early life, weight-length relationship and growth of pike, *Esox lucius* L., in Windermere. J. Anim.Ecol. 36: 651-693.
- Healy, A. 1956 : Pike (*Esox lucius* L.) in three Irish lakes. Scient. Proc. R. Dubl. Soc. 27: 51-63.
- Lindroth, A 1946 : Zur Biologie der Befruchtung und Entwicklung beim Hecht. Mitt. Anst. Binnenf. Drottningholm nr. 24: 1-109.
- Pihu. E. 1962 : Ueber die Fruchtbarkeit des Hechtes, des Barsches und andere Fische im Vortsjärves-See. Refer. Zurnal Biol. 10.
- Schäperclaus, W. 1940 : Untersuchungen an Eiern und Brut von Maränen, Hechten und Forellen. Verh. Int. Ver. Limn. IX: 215-251.
- Willemsen, J. 1954 : Rapport over het kweken van snoekjes (voorjaar 1954). RIVO-rapport. 39p.