



Aqua reports 2015:1

Sälmask och spiralmask i torsk och rötsimpa i svenska kustvatten

Sven-Gunnar Lunneryd, Peter Ljungberg
Mikael Ovegård, Kim Bernt, Maria Boström



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Institutionen för akvatiska resurser

Sälmask och spiralmask i torsk och rötsimpa i svenska kustvatten

Sven-Gunnar Lunneryd¹, Peter Ljungberg¹, Mikael Ovegård¹, Kim Bernt², Maria Boström¹

¹ SLU, Institutionen för akvatiska resurser, Skolgatan 6, 742 42 Öregrund

² Enheten för Akvatisk Ekologi, Biologiska Institutionen, Lunds Universitet, Sölvegatan 37, 223 62 Lund

Januari 2015

SLU, Institutionen för akvatiska resurser

Aqua reports 2015:1

ISBN: 978-91-576-9276-4 (elektronisk version)

Ansvarig utgivare:

Magnus Appelberg

Vid citering uppgi:

Lunneryd SG, Ljungberg P, Ovegård M, Bernt K, Boström M. (2015) Sälmask och spiralmask i torsk och rötsimpa i svenska kustvatten. Aqua reports 2015:1. Sveriges lantbruksuniversitet, Lysekil. 23 s.

Rapporten kan laddas ned från:

<http://www.slu.se/aquareports>

<http://epsilon.slu.se/>

E-post:

Sven-gunnar.lunneryd@slu.se

Rapportens innehåll har granskats av:

Andreas Bryhn, SLU, Institutionen för akvatiska resurser, Kustlaboratoriet

Arne Fjälling, SLU, Institutionen för akvatiska resurser, Sötvattenslaboratoriet

Finansiär:

Havs och Vattenmyndigheten samt Program Sälar och Fiske

Alla foton, Sven-Gunnar Lunneryd, förutom Figur 3 höger, Mikael Ovegård

Bildtexter omslagsfoton:

Framsida: Säl och skarv.

Baksida: Sälmask, väl synlig i en torskfile.

Förord

Det kustnära fisket har under många år minskat i omfattning längs Sveriges kust. Det finns flera orsaker till detta och många yrkesfiskare menar att sälen är det största problemet. Sälar inte bara äter kommersiella fiskar utan även skadar redskap och fisk i redskap. Med den växande sälstammen har en ny problembild växt fram som det inte talas lika brett om bland yrkesfiskare. Sälen är slutvärd till flera arter av parasitiska nematoder (spolmaskar), varav sälmasken är en art som har bl.a. torsk som mellanvärd. Problemet är främst att sälmasken sitter synligt i fiskens filé och minskar värdet på fisken. Detta är ett universellt problem, där det finns säl finns också parasiter i fisk. Däremot har problemet varit litet uppmärksammat i Sverige. Med ökade sälpopulationer måste vi dock förhålla oss, och anpassa oss, till en ökad parasitbelastning. Denna studie visar att torsk fångad norr om Öland sällan har mask i filéerna, medan det i södra Östersjön och längs västkusten är vanligt förekommande. Nu återstår att undersöka vad i miljön som orsakar skillnaderna i parasitbelastning annat än antalet slutvärdar, sälar. En annan aspekt är att informera om att parasiten finns och varför, så att saklig kunskap kan förhindra att kustfisket får större problem än nödvändigt med att konsumenter ratar svensk fisk.

Maria Boström och Sven-Gunnar Lunneryd (2014-12-10)

Sammanfattning

Fisk och andra vattenlevande organismer agerar mellanvärdar för larvstadier av flera arter av parasitiska nematoder. Några av arterna, som har marina däggdjur som slutvärd, utgör ett stort globalt problem för yrkesfisket och fiskberedningsindustrin. Dels eftersom de kan ge medicinska obehag hos människor som äter otillräckligt tillagad fisk, och dels genom att fisken ser oaptitlig ut för konsumenten. I svenska vatten är framför allt sälmask (*Pseudoterranova decipiens*) ett problem och de infekterar speciellt torsk (*Gadus morhua*) och rötsimp (*Myoxocephalus scorpius*).

I denna studie undersöktes filéerna i totalt 1 520 torsk och 831 rötsimp, fångade i Skagerack, Kattegatt, Öresund och Östersjön upp till Ålands Hav, 2012 och 2013. Fisken fileades och undersöktes visuellt på ett ljusbord. Två arter av nematodarter identifierades; sälmask, vilken återfanns i samtliga delområden, samt spiralmask, (*Anisakis simplex*), som hittades i mindre omfattning och enbart i Skagerack, Kattegatt och Öresund, och då i huvudsak i bukköttet. Sälmask hittades i alla delar av filén, omkring hälften återfanns i bukköttet runt inälvorna. Fisk fångad vid Blekinge och Skånes kust hade den kraftigaste infektionen. I varje delprov var minst 60 % av torskarna och upp till 100 % av rötsimporna drabbade. Det fanns ett samband med att längre fiskar var mer infekterade, vilket var tydligare än sambandet mellan infektion och vikt eller infektion och ålder. I Södra Östersjön fanns ett tydligt samband mellan sälindex (som är en beräknad funktion av antalet sälar och avståndet till en sälkoloni) och graden av infektion i fisk. Sambandet var tydligast för rötsimpa. Längre norrut i Östersjön, runt Gotland, hittades sälmasken i endast 7 % av alla torsk och i 9 % av rötsimporna. Ytterligare längre norrut i Stockholms skärgård och Ålands hav sjönk infektionsgraden till nästan noll. En enda nematod hittades totalt i sammanlagt över 200 undersökta fiskar från området. Det är obekant varför infektionen var så låg i detta område som samtidigt hyser den största koncentrationerna av gråsäl i Östersjön. Här är det någon annan faktor än antalet slutvärdar som är begränsande i livscykel, såsom salthalt eller brist på tidigare lämpliga mellanvärdar. I Skagerack var infektionen högre i de östra delarna, ju närmare land och ju fler sälar det fanns. En fjärdedel av torskarna i Skagerack var infekterade. I Kattegatt och Öresund var infektionen vanlig, där upp till nästan två tredjedelar av alla torsk var infekterade. Inget negativt samband mellan infektion av sälmask och torskens kondition kunde noteras.

Abstract

Fish and other aquatic organisms are hosts to several species of roundworm larvae, belonging to the family Anisakidae. They have marine mammals as final hosts, and several intermediate hosts before. The parasites are a major global problem for commercial fisheries and the fish processing industry. The worms mainly make the fish look unappetizing, but they could also be pathogenic to humans who eat inadequately cooked fish. The main problem species in Swedish waters is the sealworm (*Pseudoterranova decipiens*) which mainly infect cod (*Gadus morhua*) and sea scorpion (*Myoxocephalus scorpius*).

1 520 cod and 831 bullhead, caught in the Skagerrak, Kattegat, Öresund and Baltic Sea, up as far as the Åland Sea, were examined by filleting the fish and inspecting them visually on a light table. Two species of nematodes were found. The sealworm (*P. decipiens*) was found in all study areas and the whale worm (*Anisakis simplex*), which was encountered less frequently, was only found in fish from the west coast and Öresund. The whale worm was mainly found in the flesh around the abdomen of the fish while sealworms were found in all parts of the flesh, but about half were concentrated in the muscle tissue around the intestines. Fish caught off the coast of Blekinge and Skåne were the worst infected, with up to 100 % of the bullheads and over 60 % of the cod. In these southern areas there was a link between the body length of the fish and the extent of nematode infection, with the longer fish being the worst infected. No such correlation was found with body weight or age. In some parts of the southern Baltic there was a clear link between the prevalence of parasitic worms and the 'seal index' (which was a function of the numbers of seals in the colony and the distance to the haul-out area). This was most evident with the bullhead, which in all areas were more commonly infected than cod. Further up into the Baltic, around Gotland, sealworms were found in 7 % of the cod and 9% of the bullheads. Finally in the archipelago of Stockholm and the sea of Åland, infection rates decreased to nearly zero, with only a single nematode found in over 200 examined fish. We do not know why infection levels were so low in this northern area, which is also home to the largest concentrations of grey seal in the Baltic Sea. Clearly it is not the final host which is crucial in the nematodes' life cycle here, but some other factor, such as water salinity or the absence of suitable intermediate hosts. In Skagerrak the infection rate was higher in the eastern part, closer to shore, and higher the more seals there were. A quarter of the cods were infected in this area. In Kattegat and the Sound there was a high level of infection where up to almost two thirds of all cods were infected. No negative correlation between infection of sealworm and cod condition was noted.

Innehållsförteckning/Table of contents

1	Inledning	5
2	Material och Metoder	8
2.1	Insamling av fisk och parasitundersökningar	8
2.2	Beräkningar och analyser	9
3	Resultat	11
3.1	Prevalens och antal parasiter per fisk	11
3.2	Kondition i relation till infektion	15
4	Diskussion	16
4.1	Erkännanden	20
	Referenslista	21

1 Inledning

I svenska vatten finns tre nematodarter/grupper som tillhör familjen Anisakidae och som har marina däggdjur som slutvärd. Det ena artkomplexet *Psuedoterranova* sp. har flera syskonarter i Atlanten som är omöjliga att skilja åt morfologiskt (Paggi et al., 2000). Buchmann and Kania, (2012) bestämde genetiskt nematoder funna i torskkött från södra Östersjön till *Psuedoterranova decipiens*. Vi antar att det är samma art som finns i Västerhavet. *P. decipiens* kallas torsksmask eller sälmask. Torsksmask är en felaktig benämning eftersom arten hittas i de flesta fiskarter. Däremot sälmask är en bättre benämning för arten, då det anger slutvärdet. I Norge är ett vanligt namn, kveis.

Ytterligare en art som saknar svenskt namn har säl som slutvärd, *Contracaecum osculatum* (Nagasawa, 2012, Haarder et al., 2014). Mehrdana et al. (2014) föreslår namnet levermask för *C. osculatum*). Eftersom parasiten inte hittas i fiskkötet, utan på och i fiskens inälvor, är den relativt okänd trots att den är vanlig i Östersjön (Valtonen et al., 1988, Szostakowska, 2005). Haarder et al. (2014) studerade förekomsten av levermasken i torsk från Bornholm och fann att den ökat markant sedan 1980-talet.

Den tredje nematoden är *Anisakis simplex*, även kallad spiralsmask eller valmask. I svenska vatten har arten främst tumlare som slutvärd men den hittas även i säl (Lunneryd et al., 2014, Lunneryd, 1991). De flesta larverna av spiralsmasken hittas i bukhålan hos fisken där de ofta sitter spiralformade på inälvorna, speciellt vid analöppningen där de kan sitta i täta kluster. De förekommer även inkapslade i köttet (Petrie et al., 2010, Levsen and Lunestad, 2010, Tejada et al., 2014, Thulin et al. 1989). Längs svenska västkusten förekommer nematoden frekvent i pelagiska arter, som sill och makrill, och den är även vanlig i sill och i torsars inälvor fångade i södra Östersjön (Szostakowska, 2005, Nadolna and Podolska, 2014). Förekomsten i Östersjön förklaras framför allt med att migrerande sill från Östersjön uppehåller sig i Kattegatt och Skagerrak säsongvis och transporterar in parasiten till Östersjön. Detta eftersom antalet slutvärdar (tumlare) är kraftigt begränsat i Östersjön jämfört i de västra områdena (Podolska et al., 2006).

Livscykeln hos de nämnda parasiterna är snarlika. De vuxna nematoderna parar sig i magen på slutvärdet. De befruktade äggen följer med avföringen ut i vattnet där en larv kläcks. Larven äts i sin tur av företrädesvis mindre kräftdjur, varvid den kapslar in sig i väntan på att värdjuret skall ätas upp. Nematoden transporteras sedan vidare i livscykeln ytterligare, vanligtvis via ytterligare ett ryggradslöst djur och en eller två fiskvärdar, innan de slutligen hamnar i det marina däggdjuret där de blir könsmogna, parar sig och dör (McClelland, 2002, Smith, 1983). Både sälmask och levermasken *C. osculatum* har en livscykel där främst bottenlevande djur och fiskarter infekteras. Spiralmasken har en pelagisk kedja där sill, makrill och torskfiskar, som sej, har den högsta infektionsfrekvensen till följd av konsumtion av infekterade pelagiska kräftdjur. Sälmaskarna kan bli könsmogna i en val liksom spiralmasken i en säl, men överlevnaden och antalet ägg blir klart reducerade jämfört med om de befinner sig i den primära värden (Aspholm, 1995). Reducerad salthalt har visat sig begränsa överlevnaden av sälmask. Det var dock inte någon skillnad i andelen nykläckta larver mellan havsvatten (35 %), bräckt vatten (17 %) samt sötvatten. Larver kläckta i sötvatten dog emellertid ca 10 gånger fortare än i vatten med högre salthalt (Measures, 1996). Östersjön präglas av en gradient i salthalt, där ytvattnets salthalt sjunker gradvis från 9 ‰ i södra Östersjön till omkring 5 ‰ i södra Bottenhavet. Det finns inga undersökningar kring hur sälmasken specifikt överlever i dessa salthaltsintervall.

Det mest uppenbara problemet med parasiterna för människan är estetiskt, vilket medför ett ekonomiskt problem för fiskeindustrin (Llarena-Reino et al., 2013). Nematoder som hittas i fiskköttet gör att fisken ser oaptitlig ut, vilket konkret innebär lägre priser för fiskaren till följd av extra kostnader för beredningsindustrin som tvingas avlägsna nematoder och infekterade delar samt hela fiskar. Det är främst sälmasken som orsakar detta problem eftersom larven ofta är mörk och kan bli upp till 5 cm lång, vilket gör masken väl synlig i fiskköttet (Figur 1). Spiralmasken är mindre, transparanterare och därmed svårare att upptäcka.

Vidare är alla nämnda nematoder patogena för människan om infekterade fiskprodukter innan konsumtion inte har genomgått djupfrysning, upphettning eller hård insaltning. Beskrivningar på hur infektionen drabbar människor handlar oftast om magsmärtor eller kittlande upplevelser i hals. I Norden är emellertid sådana fall mycket sällsynta. Vi författare känner inte till ett enda fall beskrivet i Sverige, trots att konsumenterna ofta kommer i kontakt med infekterad fisk. Utförligare information och rekommendationer kan hittas på Livsmedelverket (<http://www.slv.se/sv/grupp1/Risker-med-mat/Parasiter/Parasiter-i-fisk/>).

Problemen med nematoder är väl kända i alla hav som hyser marina däggdjur och har ibland rankats av fiskeindustrin som ett större problem än sälarnas andra effekter på fiskenäringen (såsom skadade redskap och fångster, eller konkurrens

med människan om fiskeresurser). När det gäller sälmasken är detta problem speciellt uttalat i Östra Kanada, Island och Norge där nematoden utgör ett problem för främst torskfiskeindustrin.

De första vetenskapliga fynden av sälmask i mellersta Östersjön skedde i undersökningar av torskmagar (Perdiguero-Alonso D, 2008). I södra Östersjön är förekomsten liten i torsk (Szostakowska, 2005, Nadolna and Podolska, 2014). Bland yrkesfiskare är det väl känt att det finns mask i fisk och att speciellt torsk är infekterad. Många yrkesfiskare menar att infektionen har ökat i frekvens de senaste åren. Thulin et al. (1989) gjorde en undersökning av parasiter och fisksjukdomar i svenska vatten och fann enbart sälmasken i torsk fångad vid norra västkusten men inte alls i Östersjön, detta trots omfattande provtagningar. Buchmann och Kania (2012) samt Mehrdana et al. (2014) jämförde både infektionsgraden av sälmask hos torsk insamlad 1982-83 från Bornholmsbassängen med torsk insamlad 2011 respektive 2013/2014, från samma område. 1982-83 hittades inga nematoder alls medan 2 % av de undersökta torskarna 2011 var infekterade och infektionen steg till 28,7 % vid den senaste undersökningen 2013/2014. Förhållandet mellan antalet slutvärdar och infektionsgrad är belyst i andra områden, som Kanada och Island (McClelland, 2002, Hauksson, 2002). I prov av vuxna nematoder från 38 gråsälsmagar insamlade mellan 2001 och 2005 norr om Stockholms skärgård och norrut (figur 2), hittades ingen sälmask (Lunneryd et al., 2014). Fem av 37 prover från mellersta Östersjön innehöll däremot sälmask. Ifrån södra Östersjön fanns bara tre sälmagar insamlade och en av dessa var infekterad med sälmask. Undersökningen var inte heltäckande, enbart delprov togs från varje mage och den geografiska täckningen var låg i södra Östersjön. Materialet visar ändå tydligt att sälmask förekommer i Östersjön, men i lägre omfattning längre norrut. Alla sälmagar innehöll levermask utom en mage från Öresund som enbart hade larver av spiralmasken. Denna bild styrks av en undersökning av nio gråsäl strandade eller bifångade i Polen. Den vanligaste arten i dessa sälar var levermask som utgjorde i 59,3% av alla individer, sälmasken 31 % medan spiralmaskar utgjorde mindre än 1 % av nematoderna (Skrzypczak et al., 2014). Att sälmasken är vanlig i knubbsäl och i bottenlevande fisk vid västkusten har konstaterats tidigare i undersökningar från 1980 till 90-talet (Lunneryd et al., 2001, Lunneryd, 1991).

2 Material och Metoder

2.1 Insamling av fisk och parasitundersökningar

De flesta fiskarna i undersökningen insamlades under provtrålningar utförda av Institutionen för akvatiska resurser, SLU, samt under provfischen vid utvärdering och utveckling av sälsäkra fångstredskap för torsk. Några prover köptes av yrkesfiskare för att uppnå en bättre geografisk täckning. Merparten av fisken frystes omedelbart för senare behandling. Alla torskars längdmättes och i de flesta fall noterades hel och rensad vikt och kön samtidigt som otoliter plockades ut för åldersbestämning. Även vävnader för DNA och isotopanalys insamlades för senare analys. För rötsimpor noterades enbart längden.

Efter att fisken fileats undersöktes det resterande köttet vid ryggraden innan filerna genomlystes på transportabelt ljusbord med tre lysrör. Enbart tre personer utförde de visuella observationerna för att minska risken av skild sannolikhet för att upptäcka nematoder. Detta för att materialet säkrare kan användas för en relativ jämförelse, vilket är viktigt eftersom andra undersökningar visar att man inte hittar alla nematoder vid visuella undersökningar (Llarena-Reino et al., 2012). Var nematoderna hittades i torsken delades upp i bukkött, ryggen ovanför buken och i stjärbiten, vilket noterades för 79 % av de undersökta torskarna.

I stort sett alla nematoder frystes ner och sparades för eventuella framtida undersökningar. Omkring 25 prover skickades till Statens Veterinärmedicinska laboratorium (SVA), för morfologisk bestämning via tarmkaraktärer och genetiska studier via PCR metoder.



Figur 1. Färgen på sälmaskarna varierar från ljusa till mörkt brunsvarta.

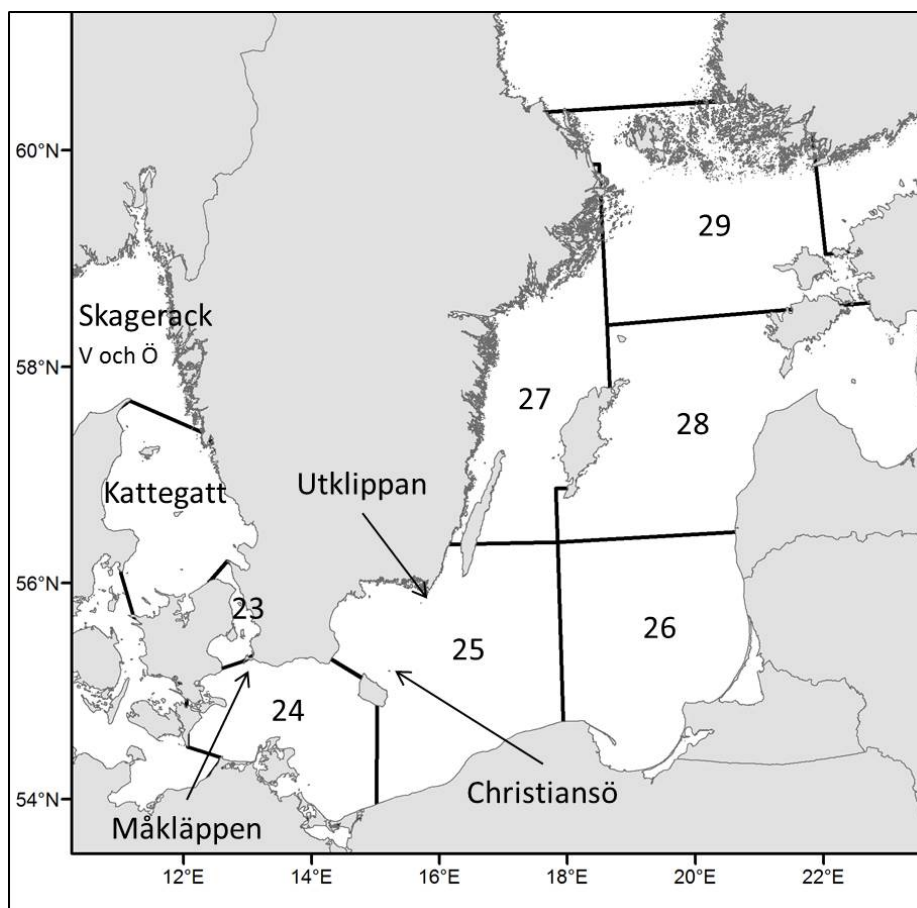
2.2 Beräkningar och analyser

För en beräkning av sälpåverkan (sälindex) i södra Östersjön (SD 24 - SD 26) användes följande data. Vid gråsälräkningen 2012 räknades 1 850 gråsäl i södra Östersjön, vilket motsvarar 6.4 % av det totala räknade beståndet (http://www.rktl.fi/english/news/a_record_grey.html). Till detta kommer några hundra knobbsäl som räknades vid Måkläppen (Olsen et al., 2010), men de antogs ha motsvarat hälften av vad en gråsäl bidrar till för spridningen av sälmasken (Bratney et al., 1990). För en beräkning av vilken roll sälkolonierna kan ha på infektionen i SD 24 till SD 26 använde vi en relativ säldensitetsfunktion som utgår från en cosinusfunktion:

Sälindex =
antalet uppeliggande säl \times cosinus (avståndet till kolonin i km $\times \pi/129 \times 0,5$).

Vi antog därmed att sälarna rör sig utifrån en koloni som en cosinusfunktion. Det innebär att en position nära en koloni gav ett index nära kolonins storlek, och

ett ökat avstånd från kolonin minskade effekten av den enskilda kolonin ner mot noll vid ett avstånd på 129 km. Detta innebär att vi vid varje punkt kunde relatera sälpåverkan till flera kolonier. Vi antog att proportionen räknade sälar som låg upppe på land, av det totala antalet sälar, var konstant i alla lokaler. Konstanten 129 var det maximala avståndet i km i området mellan en undersökt lokal och en etablerad och stor sälskoloni. Beräknat antal uppeliggande sälar vid Måkläppen avrundades till 500, Utklippan 400 och Christiansö vid Bornholm 350.



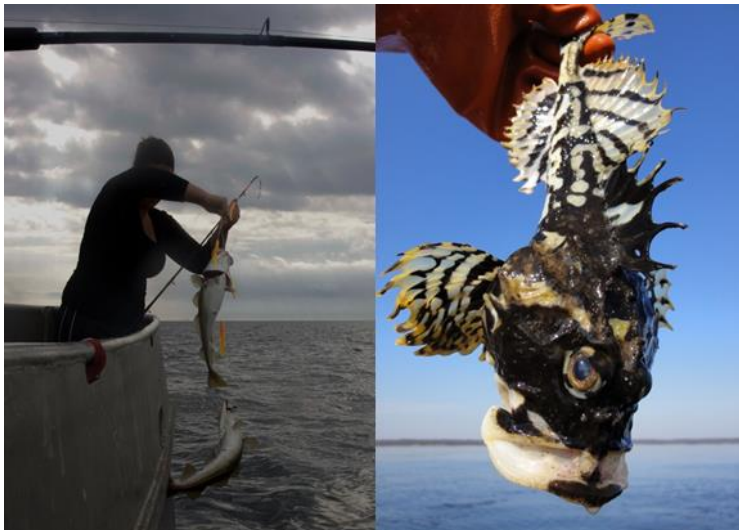
Figur 2. ICES SD (delfält) och havsområden, samt sälskolonier som refereras till i texten.

För att ta reda på om en kraftigt infekterad fisk har sämre kondition än de som är mindre infekterade relaterades antal parasiter per fisk med fiskens kondition. För beräkning av fiskens kondition användes Fultons konditionsindex $K = \text{vikt i gram} \times 100 / (\text{längd i cm}^3)$. För att beräkningen av Fultons konditionsindex skulle vara jämförbart med en tidigare studie användes den rensade vikten på fisken i formeln (Mehrdana, et al. 2014). Korrelationen mellan antal nematoder och konditionsindex testades med Spearmans korrelation.

3 Resultat

3.1 Prevalens och antal parasiter per fisk

Undersökningen skedde mellan 2012-04-16 och 2013-11-21. Av torskarna var 47 % fångade i trål, 41 % med garn, 7 % i torskburar samt 5 % i torskryssjor. Av rötsimporna kom 56 % från garn, medan resterande trålades upp. Totalt undersöktes 1 516 torsk. Av dessa hade 336 (27 %) sammanlagt 899 nematoder i köttet. 831 rötsimpor undersöktes. 206 av dessa var infekterade (23 %) med 1 011 nematoder (tabell 1). Majoriteten av de infekterade torskarna (55 %) hade enbart en funnen nematod i köttet medan en majoritet av rötsimporna (66 %) var infekterade med två eller fler nematoder. Femton procent av rötsimporna var infekterade med tio eller fler nematoder, trots sin betydligt mindre storlek än torsk. I jämförelse var bara fyra procent av torskarna infekterade med tio eller fler nematoder.



Figur 3. Torskfiske för turister i Öresund till vänster och rötsimpa i lekdräkt till höger.

Tabell 1. Provtagna områden med provstorlek, värdfiskens medellängd, procentuell förekomst, medelantal nematoder för respektive område med standardavvikelse och maximalt antal nematoder per fisk.

	Antal fisk	Medellängd (cm)	Förekomst (%)	Medel nem.	SD	Max nem.
Torsk						
Västra Skagerrak	128	47	10,2%	0,12	0,4	3
Östra Skagerrak	232	42	25,0%	0,42	1,0	8
Kattegatt	107	52	32,7%	0,79	2,0	14
SD 23	149	51	60,4%	2,02	4,0	33
SD 24	121	45	47,9%	2,17	4,6	32
SD 25	406	44	15,8%	0,29	1,1	15
SD 27	31	26	6,5%	0,06	0,2	1
SD 28	210	37	7,1%	0,09	0,3	3
SD 29	132	60	0,8%	0,01	0,1	1
Rötsimpa						
Kattegatt	111	20	54,1%	2,40	4,3	22
SD 23	11	28	100,0%	13,45	8,3	27
SD 24	44	23	97,7%	6,32	8,9	57
SD 25	52	23	75,0%	4,81	6,2	24
SD 26	61	26	3,3%	0,07	0,4	3
SD 27	27	23	11,1%	0,11	0,3	1
SD 28	452	24	9,3%	0,12	0,4	4
SD 29	43	30	0,0%	0,00	0,0	0

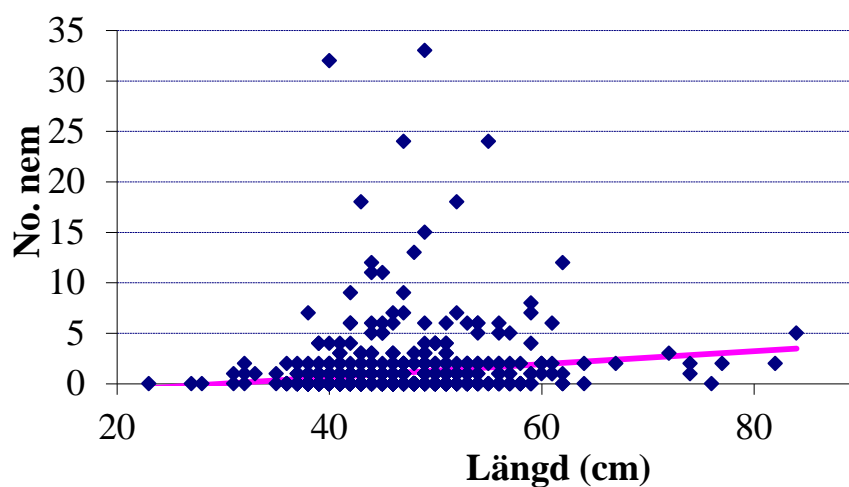
Av de 26 prover som skickades till SVA för artbestämning var fyra förorenade och gick inte att analysera. Sex analyserade prover tagna från Östersjön var alla sälmask. I resterande 16 prov från Öresund (SD 23), och norrut längs västkusten, hittades fem spiralmaskar. Dessa var klart mindre i både längd och diameter och genomskinligare än en typisk sälmask. Alla spiralmaskar hittades i bukköttet på fisken utom en som hittades i ryggen bakom analöppningen.

De flesta nematoderna hittades i bukköttet, 54 %, medan 28 % hittades i ryggköttet ovanför buken. I Västerhavet och Öresund var frekvensen av nematoder något större i bukköttet än i Östersjön (tabell 2).

Tabell 2. Nematodernas förekomst i torskens muskulatur.

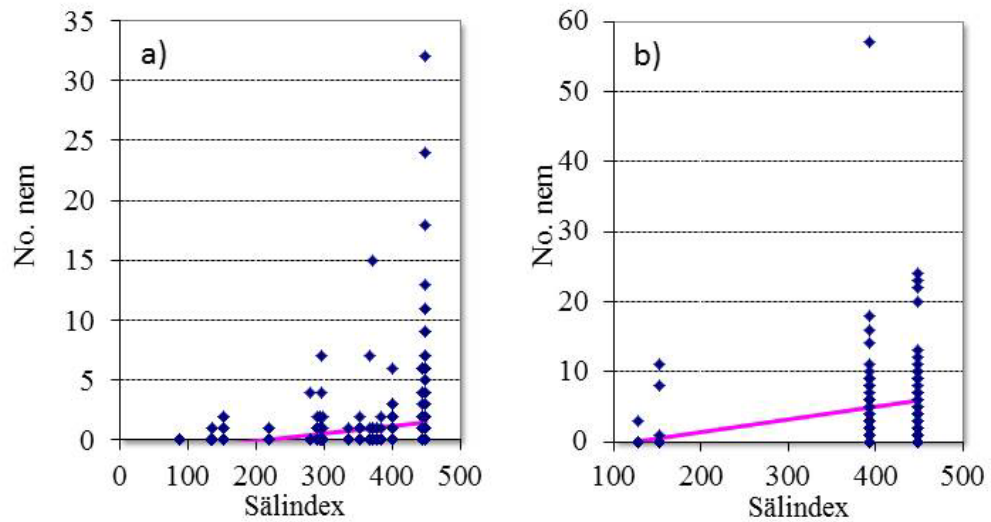
Område	Stjärt	Rygg	Buk	Antal nem.
Västra Skagerrak			100%	5
Östra Skagerrak	25%	7%	68%	44
Kattegatt	10%	47%	43%	77
SD 23	15%	23%	61%	298
SD 24	23%	26%	51%	244
SD 25	17%	38%	45%	100
SD 27		100%		2
SD 28	14%	43%	43%	14
SD 29		100%		1

Av de undersökta sambanden mellan förekomst i torsk (antalet nematoder per fisk) och fiskens längd, vikt, och ålder, fanns det starkaste sambandet mellan antalet nematoder i torsken och torskens längd i område Öresund och södra Östersjön, (SD 23, SD 24 och SD 25) (Spearman Rank $r = 0.250$, $n = 667$, $p < 0.05$) (figur 4).



Figur 4. Linjär regression av antalet nematoder i torsk (längdklasser i cm) från områdena SD 23, 24 och 25.

En jämförelse mellan medelantalet nematoder i Skagerack, Kattegatt och Öresund och närheten till land, eller sälindex, gav ingen eller mycket svag korrelation. Däremot fanns det samband i södra Östersjön (SD 24, SD 25 och SD 26), både mellan avståndet till land och sälindex, med ett starkare samband för sälindex. En signifikant korrelation hittades mellan antalet nematoder och sälindex för torsk (Spearman Rank $r = 0,369$, $n = 557$, $p < < 0,05$) (figur 5a). Även för rötsimpa fanns det ett samband (Spearman Rank $r = 0,615$, $n = 157$, $p < < 0,05$) (figur 5b).



Figur 5a b. Linjär regression av förekomst av sälmask (No.nem) i (a) torsk och (b) rötsimpa från SD 24, SD 25 och SD 26. Sälindex är en funktion av antalet sälar som ligger uppe på land och avståndet till en sälkoloni.

3.2 Kondition i relation till infektion

För att kontrollera för skillnader i kondition mellan områden gjordes t-test på kondition hos torsk över 30 cm som inte var infekterad. Testen gjordes mellan de angränsade områdena som hade en nematodförekomst över 15 % (tabell 1). Det fanns ingen signifikant skillnad i kondition mellan områdena SD23 och SD24 ($t = -0,747$, $n = 38$, $p = 0,459$). Heller inte mellan områdena Kattegatt och Skagerrak ($t = -0,728$, $n = 40$, $p = 0,471$). Däremot fanns det en skillnad mellan område SD24 och SD25 ($t = 2,347$, $n = 160$, $p = 0,020$).

För det sammanslagna området SD23 och SD24 hittades ingen signifikant korrelation mellan konditionen på torsk över 30 cm och antalet nematoder (Spearman Rank $r = 0,112$, $n = 139$, $p = 0,095$). Inte heller för område SD25 (Spearman Rank $r = -0,19$, $n = 203$, $p = 0,392$). Däremot för det samanslagna området Kattegatt och Skagerrak hittades en svag positiv korrelation, nära signifikansnivån 0,05 (Spearman Rank $r = 0,217$, $n = 60$, $p = 0,047$). Någon klar koppling mellan fiskens kondition och parasitbelastning hittades alltså inte.

4 Diskussion

Vår undersökningsmetod, med enbart en noggrann visuell undersökning, ger ett underestimat av det totala antalet nematoder då det finns en möjlighet att nematoder missats. Mehrdana et al. (2014) däremot, gick igenom filéer genom att använda pepsinslösning, vilket inte löser upp nematoderna men väl köttet, och därefter filtrerade materialet och räknade nematoderna. De undersökte 188 torskar från ett område sydost om Bornholm, ett område relativt nära en stor gråsälskoloni vid Christiansö. De hittade sälmask i 28,7 % av fiskarna med en medelinfektion av 5,2 maskar per infekterad torsk. I området SD24, nordväst om Bornholm nära svenska kusten, hittade vi sälmask i 60 % av fiskarna men medelantalet sälmaskar per infekterad fisk var något lägre (4,5 parasiter) än i den danska undersökningen. Jämförelsen visar på att den visuella undersöknings metoden fungerar väl för att upptäcka parasiten.

Infektionen av sälmask i både torsk och rötsimpa var kraftigast i Öresund och Skånes sydkust (SD23 och SD24, Tabell 1). I Östersjön minskade infektionen både österut och norrut längs svenska kusten, för att i Ålands Hav (norra SD29) vara nästintill obefintlig. Endast en av 132 undersökta torskar var infekterade i området, och ingen av de 42 undersökta rötsimporna. Detta trots att medellängden för båda arterna var längre i området jämfört med andra undersökta områden. Den högsta gråsälensiteten i Östersjön finns i Stockholms skärgård och runt Åland (Harding et al., 2007). Det visar tydligt att det inte är förekomsten av slutvärdar som primärt är den viktigaste begränsningsfaktorn för sälmasken i detta område. En förklaringsmodell till förhållandet kan vara att parasiten har svårare att överleva i lägre salthalt då överlevnaden i sötvatten är sämre än i bräckt vatten (17 ‰). Skillnaden i infektionsgrad är dock så stor att det är svårt att förstå att enbart en skillnad på mindre än två promille i ytvattnets salthalt, mellan exempelvis Blekinge skärgård (7 ‰) och Ålands Hav (5 ‰), skulle kunna förklara skillnaden i infektion. En annan möjlig förklaring är att det saknas tillräckligt med lämpliga mellanvärdar i Ålands Hav. Antalet ryggradslösa arter minskar markant i Öster-

sjön med salthalten (Bonsdorff, 2006). Det är rimligt att anta att utbredningen av lämpliga mellanvärdar kan påverka utbredningen av sälmasken.

I södra Östersjön visade resultaten att infektionsgraden var beroende av sälindex, d.v.s. en relativ närhet till en sälkoloni. Det fanns även en skillnad mellan rötsimpa och torsk, där rötsimpan var mer infekterad ju närmare den uppehöll sig en större sälkoloni, vilket är rimligt eftersom rötsimpan antas leva mer stationärt än torsk. Valet av föda kan även spela roll då rötsimpan saknar simblåsa och bör konsumera större andel infekterade bottenlevande mellanvärdar.

Längs västkusten blev sambandet med infektion och sälindex komplicerat. Att infektionen avtar i västra Skagerack i jämförelse med det saltöstra Skagerack följer mönstret med ökad infektion i förhållande till fler slutvärdar, speciellt eftersom torsken var av mindre storlekar i den östra delen och därmed borde vara mindre infekterad. Att infektionen i Öresund var högre än i Kattegatt, trots likvärdig storlek av fisk, och med ett lägre sälindex, bryter mönstret. I närheten av Öresund finns en stor gråsälkoloni på Måkläppen, Skånes sydkust, medan gråsäl nästan helt saknas i Kattegatt. Även om sälindex tar hänsyn till vilken sälart det är i närheten kan det ändå vara så att gråsäl är en ännu effektivare spridningsvektor än knobbsäl än vad som tidigare har antagits (Bratney et al. 1990). Även torskars rörelsemönster och födoval är andra orsaker som kan förklara variationen av infektion i fisken.

Undersökningen visade att det i Öresund och Västerhavet fanns ett inslag av spiralmask från torsk i det genomgångna materialet. På grund av tidsbrist har det inte varit möjligt att undersöka varje tveksam nematod, eftersom det är en tidskrävande process att särskilja spiralmask från sälmask. Varje nematod bör då först genomlysas i stereolupp innan den blir fixerad i sprit eller fryst, eftersom det är mycket svårare att observera hur tarmkaraktärer skiljer arterna åt i fixerat material. Noggrann visuell undersökning och genetisk analys genomfördes av ca 25 nematoder av SVA. Resultaten från denna analys visade att spiralmasken förekom i Öresund och Västerhavet men hittades inte i Östersjön. Detta är helt i linje med vad författarna upplevde under genomgången då uppfattningen var att nematoder i Östersjön inte inkluderade de mindre genomskinliga nematoderna, som kännetecknar spiralmask, lika frekventa som i Västerhavet.

En studie av parasitförekomst i torsk visade att nästan alla spiralmaskar hittades i bukköttet medan sälmasken var mer spridd i filéerna (Petrie et al., 2010). I vår studie hittade vi 10 % fler nematoder i bukköttet i torsk från Öresund och västerhavet än i torsk från Östersjön. Om vi antar att det inte finns spiralmask i Östersjön och att det är samma fördelning av sälmaskar i köttet i alla områden blir en grov uppskattning att ca 10 % av alla räknade nematoderna i Öresund och västerhavet var spiralmask och inte sälmask. Att vi även missat identifiera några enstaka

spiralmaskar i Östersjön är dock troligt eftersom (Mehrdana et al., 2014) hittade spiralmask i 8 % av torskarna fångade sydost om Bornholm.

Det är vanligt förekommande för parasitkomplex att parasiterna påverkar värdjurets kondition så att de därmed lättare faller byte för nästa djur i parasitens livscykel. Vi hittade inget samband mellan fiskens kondition och antal sälmaskar i köttet. Snarare var det en svag positiv tendens i ett av områdena (Kattegatt och Skagerrak) där fiskar med mer nematoder hade bättre kondition. En rimlig förklaring är att dessa har ätit mer än fiskar med sämre kondition och därmed haft en större chans att bli infekterade. (Mehrdana et al., 2014) fann däremot ett klart negativt samband (Spearman Rank $r = -0.63$, $p < 0.05$) mellan antal sälmask och konditionen i torsk i storleksintervallet 40 till 49 cm från Bornholm. Det är möjligt att förekomsten av *C. osculatum*, levermasken, som också har säl som slutvärd i Östersjön, samverkar med sälmasken och påverkar fisken. (Mehrdana et al., 2014) undersökte även 36 torskar efter levermask där alla torskar var infekterade, med en maximal infektion av 320 parasiter, men fann inget samband mellan kondition och levermask. Någon korrelation mellan de bägge parasiterna gjordes däremot inte. Våra observationer under denna undersökning, samt även i (Ovegard et al., 2012) där vi undersökte extremt mager torsk, är att levermasken är mycket vanlig i torsk i södra Östersjön. En observation är att den syns speciellt i mager torsk där den förkrympda levern troligtvis gör att nematoden lättare observeras. Vilken roll de anisakida nematoderna har för torskens kondition i Östersjön bör studeras närmare.

Det är det kustnära och därmed det småskaliga fisket, som drabbas hårdast av sälmasken. Det är också detta kustnära fiske som redan idag har de största problemen med sälen på grund av direkta skador på redskap och fångst (Westerberg et al., 2008). Det finns inga undersökningar om hur stort det nuvarande ekonomiska problemet är för yrkesfiskare, respektive beredningsindustrin, men det kan förväntas öka på grund av expanderade sälstammar i södra Östersjön. I HELCOM (Helsingforskonventionen), som består av Östersjöns alla strandstater och syftar till att värna miljön, har en sälrekommendation antagits, 27-28/2006. Den innebär att sälbestånden i Östersjön skall få tillväxa utan ett slut, d.v.s., förvaltningen får inte sätta ett övre tak för beståndens storlek.

I södra Östersjön och Öresund, som i dag härbärgerar färre än 2 000 räknade gråsäl (www.rktl.fi) och högst något 1000-tal knobbsäl (Olsen et al., 2010), är redan majoriteten av alla torskar och rötsimpor infekterade i utsatta områden. Om sälbestånden ökar mer torde även parasitproblemen öka.

Sannolikt kan frånvaron av sälmask i torsk inom norra Östersjön gynna kustfisket i detta område. Det finns få områden, om något i hela världen, som kan visa upp en så låg infektion, trots täta sälstammar.

Det finns ett stort behov av fortsatta studier för att klargöra orsakerna till skillnaden i parasitbelastning mellan olika områden i Östersjön. Även frågan om hur effekterna av ett ökat sälbestånd påverkar antalet infekterad fisk och hur detta påverkar fiskeindustrin behöver studeras. Om torsk och andra arter återhämtar sig och bildar lokala bestånd vid svenska västkusten, hur påverkar det parasitbelastningen när vi redan i dag har ett historiskt sett stort sälbestånd?



Figur 6. Oaptitliga men ihjälfrysta och därmed ofarliga sälmaskar i egenfångad torsk..

4.1 Erkännanden

Undersökningen bekostades av Havs och Vattenmyndigheten, kontraktsnummer SLU.aqua.Fe.2012.5.2-209 Hav: 427-12. Tack också till alla yrkesfiskare som var beredda att samarbeta trots att problemet är en känslig fråga för deras försäljning av fisk.

Referenslista

- Aspholm, P. E. 1995. *Anisakis simplex* Rudolphi, 1809, infection in fillets of Barents sea cod *Gadus morhua* L. Fish. Res., 23: 375-379.
- Bonsdorff, E. 2006. Zoobenthic diversity-gradients in the Baltic Sea: Continuous post-glacial succession in a stressed ecosystem. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, 330: 383-391.
- Bratley, J., Bishop, C. A., and Myers, R. A. 1990. Geographic distribution and abundance of *Pseudoterranova decipiens* (Nematoda: Ascaridoidea) in the musculature of Atlantic cod, *Gadus morhua*, from Newfoundland and Labrador. Can. Bull. Fish. Aquat. Sci., 222: 67-82.
- Buchmann, K., and Kania, P. 2012. Emerging *Pseudoterranova decipiens* (Krabbe, 1878) problems in Baltic cod, *Gadus morhua* L., associated with grey seal colonization of spawning grounds. J. Fish. Dis., 35: 861-866.
- Haarder, S., Kania, P. W., Galatius, A., and Buchmann, K. 2014. Increased *Contracaecum osculatum* Infection in Baltic Cod (*Gadus morhua*) Livers (1982-2012) Associated with Increasing Grey Seal (*Halichoerus gryphus*) Populations. Journal of Wildlife Diseases, 50: 537-543.
- Harding, K. C., Härkönen, T., Helander, B., and Karlsson, O. 2007. Status of Baltic grey seals: Population assessment and extinction risk. NAMMCO Sci. Publ., 6: 33-56.
- Hauksson, E. 2002. Decreases in sealworm (*Pseudoterranova* sp (p)) abundance in short-spined sea scorpion (*Myoxocephalus scorpius*) following declines in numbers of seals at Hvalseyjar, western Iceland. Polar Biology, 25: 531-537.
- Levsen, A., and Lunestad, B. T. 2010. *Anisakis simplex* third stage larvae in Norwegian spring spawning herring (*Clupea harengus* L.), with emphasis on larval distribution in the flesh. Veterinary Parasitology, 171: 247-253.
- Llarena-Reino, M., Gonzalez, A. F., Vello, C., Outeirino, L., and Pascual, S. 2012. The accuracy of visual inspection for preventing risk of *Anisakis* spp. infection in unprocessed fish. Food Control, 23: 54-58.
- Llarena-Reino, M., Pineiro, C., Antonio, J., Outerino, L., Vello, C., Gonzalez, A. F., and Pascual, S. 2013. Optimization of the pepsin digestion method for anisakids inspection in the fishing industry. Veterinary Parasitology, 191: 276-283.
- Lunneryd, S., Boström, M., and Aspholm, P. 2014. Sealworm (*Pseudoterranova decipiens*) infection in grey seals (*Halichoerus grypus*), cod (*Gadus morhua*) and shorthorn sculpin (*Myoxocephalus scorpius*) in the Baltic Sea. Parasitology Research, 11.
- Lunneryd, S. G. 1991. Anisakid nematodes in the harbour seal *Phoca vitulina* from the Kattegat-Skagerrak and the Baltic. Ophelia, 34: 105-115.
- Lunneryd, S. G., Ugland, K. I., and Aspholm, P. E. 2001. Sealworm (*Pseudoterranova decipiens*) infection in the benthic cottid (*Taurulus bubalis*) in relation to population increase of

- harbour seal (*Phoca vitulina*) in Skagerrak, Sweden. NAMMCO Scientific Publications, 3: 47-55.
- McClelland, G. 2002. The trouble with sealworms (*Pseudoterranova decipiens* species complex, Nematoda): A review. *Parasitology*, 124: 183-203.
- Measures, L. N. 1996. Effect of temperature and salinity on development and survival of eggs and free-living larvae of sealworm (*Pseudoterranova decipiens*). *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 53: 2804-2807.
- Mehrdana, F., Bahloul, Q. Z., Skov, J., Marana, M. H., Sindberg, D., Mundeling, M., Overgaard, B. C., et al. 2014. Occurrence of zoonotic nematodes *Pseudoterranova decipiens*, *Contracaecum osculatum* and *Anisakis simplex* in cod (*Gadus morhua*) from the Baltic Sea. *Vet Parasitol.*, 205: 581-587.
- Nadolna, K., and Podolska, M. 2014. Anisakid larvae in the liver of cod (*Gadus morhua*) L. from the southern Baltic Sea. *Journal of Helminthology*, 88: 237-246.
- Nagasawa, K. 2012. The biology of *Contracaecum osculatum* sensu lato and *C. osculatum* A (Nematoda: Anisakidae) in Japanese waters: a review. *Biosph. Sci.*, 51: 61-69.
- Olsen, M., Andersen, S., Teilmann, J., Dietz, R., Edren, S., Linnet, A., and Härkönen, T. 2010. Status of the harbour seal (*Phoca vitulina*) in Southern Scandinavia. *NAMMCO Sci Publ*, 8: 77-94.
- Ovegard, M., Berndt, K., and Lunneryd, S. G. 2012. Condition indices of Atlantic cod (*Gadus morhua*) biased by capturing method. *ICES Journal of Marine Science*, 69: 1781-1788.
- Paggi, L., Mattiucci, S., Gibson, D. I., Berland, B., Nascetti, G., Cianchi, R., and Bullini, L. 2000. *Pseudoterranova decipiens* species A and B (Nematoda, Ascaridoidea): nomenclatural designation, morphological diagnostic characters and genetic markers. *Systematic Parasitology*, 45: 185-197.
- Perdiguerro-Alonso D, M. F. E., Raga J A, Kostadinova A 2008. Composition and structure of the parasite faunas of cod, *Gadus morhua* L. (Teleostei: Gadidae), in the North East Atlantic. *Parasites Vectors*: 1-23
- Petrie, A., Wootten, R., Bron, J., Bruno, D., and Mackenzie, K. 2010. A Survey of *Anisakis* and *Pseudoterranova* in Scottish fisheries and the efficacy of current detection methods. Project Code: S14008. Food Standard Agency: 121 pp.
- Podolska, M., Horbowy, J., and Wyszynski, M. 2006. Discrimination of Baltic herring populations with respect to *Anisakis simplex* larvae infection. *Journal of Fish Biology*, 68: 1241-1256.
- Skrzypczak, M., Rokicki, J., Pawliczka, I., Najda, K., and Dzido, J. 2014. Anisakids of seals found on the southern coast of Baltic Sea. *Acta Parasitologica*, 59: 165-172.
- Smith, J. W. 1983. *Anisakis simplex* (Rudolphi, 1809, det. Krabbe, 1878) (Nematoda: Ascaridoidea): Morphology and morphometry of larvae from euphausiids and fish and a review of the life-history and ecology. *Journal of Helminthology*, 57: 205-224.
- Szostakowska, B., Myjak, P., Wyszynski, M., Pietkiewicz, H. & Rokicki, J. 2005. Prevalence of anisakin nematodes in fish from Southern Baltic Sea. *Polish Journal of Microbiology*, 54.
- Tejada, M., Karl, H., de las Heras, C., Vidacek, S., Solas, M. T., and Garcia, M. L. 2014. Does the Intensity of *Anisakis* Infection Affect the Quality of Hake Muscle? *Journal of Aquatic Food Product Technology*, 23: 221-236.
- Thulin, J., Höglund, J., and Lindesjö, E. 1989. Fisksjukdomar i kustvatten. SNV.
- Valtonen, E. T., Fagerholm, H.-P., and Helle, E. 1988. *Contracaecum osculatum* (Nematoda: Anisakidae) in fish and seals in Bothnian Bay (northeastern Baltic Sea). *Int. J. Parasit.*, 18: 365-370.
- Westerberg, H., Lunneryd, S.-G., Wahlberg, M., and Fjälling, A. 2008. Reconciling fisheries activities with the conservation of seals through the development of new fishing gear: a

case study from the Baltic fishery - grey seal conflict. *In* 4:t World Fish Congress, pp. 587-597. American Fisheries Society.

