



Sveriges lantbruksuniversitet
Swedish University of Agricultural Sciences

Fakulteten för veterinärmedicin och
husdjursvetenskap

Spridning och faktorer som påverkar förekomsten av *Anisakis* spp. hos fisk

**Distribution and factors affecting the occurrence of
Anisakis spp. in fish**

Rebecca Runesson

*Uppsala
2019*

Spridning och faktorer som påverkar förekomsten av *Anisakis* spp. hos fisk

Distribution and factors affecting the occurrence of *Anisakis* spp. in fish

Rebecca Runesson

Handledare: *Ulf Emanuelson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för kliniska vetenskaper*

Examinator: *Maria Löfgren, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap*

Omfattning: 15 hp

Nivå och fördjupning: Grundnivå, G2E

Kurstitel: *Självständigt arbete i veterinärmedicin*

Kursansvarig institution: *Institutionen för biomedicin och veterinär folkhälsovetenskap*

Kurskod: EX0862

Program/utbildning: *Veterinärprogrammet*

Utgivningsort: *Uppsala*

Utgivningsår: 2019

Elektronisk publicering: *<http://stud.epsilon.slu.se>*

Nyckelord: *Anisakis, fisk, förekomst, epidemiologi, riskfaktorer*

Key words: *Anisakis, fish, occurrence, epidemiology, risk factors*

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sammanfattning	1
Summary	2
Inledning	3
Material och metoder	3
Litteraturoversikt.....	4
Geografisk spridning.....	4
<i>Atlanten och Medelhavet</i>	4
<i>Indiska oceanen och Stilla havet</i>	4
Faktorer som påverkar förekomst	5
<i>Klimatzoner</i>	5
<i>Förekomst av värddar</i>	5
<i>Fiskarnas kroppsstorlek</i>	6
Diskussion	6
Spridning av Anisakis och studiernas begränsning.....	6
Faktorer som påverkar förekomst	7
Anisakiasis hos människa	8
Litteraturlista.....	9

SAMMANFATTNING

Syftet med denna litteraturstudie är att undersöka prevalensen av *Anisakis* spp. hos fiskar i olika vatten och hav samt vad som kan orsaka dess förekomst. *Anisakis* spp. är ett globalt spritt släkte av nematoder som i olika stadier i livscykeln infekterar en rad arter av zooplankton, fiskar och valar. Trots att människa inte är en naturlig värd för parasiten kan smittan föras över vid konsumtion av infekterad fisk.

Parasiten har funnits i flera olika fiskarter från olika länder i Atlanten, Stilla havet och Indiska oceanen. Från de större studierna runt om i världen var prevalensen i fisk störst från Atlanten utanför Iberiska halvön och i vatten utanför Koreahalvön. Prevalensen var minst i vissa inhav som Östersjön, Nordsjön och Svarta havet. Även i vatten utanför Madeira och Kanarieöarna var prevalensen av *Anisakis* låg. Olika arter av parasiten har visats förekomma i olika områden vilket indikerar att arterna har anpassats efter varierande klimatzoner och miljöer.

Förekomsten av larver påverkas av förekomsten av fiskar och valar samt deras tillgång till föda. Det kan i sin tur påverkas av klimat, vattentemperaturer och säsongskiften då dessa har betydelse för värdjurens rörelsemönster. Det har väckt frågan kring huruvida klimatförändringar och andra faktorer som kan påverka miljön och födotillgång har inverkan på parasitens förekomst. Det har noterats att *Anisakis* förekomst hos fisk är kopplat till fiskens kroppsstorlek på så sätt att med ökande kroppsstorlek ökar också prevalensen av infekterande larver. Detta är kopplat till att större och äldre fiskar äter mer zooplankton och andra fiskar och kan på så sätt ackumulera fler larver under en längre tid. Detta sambandet är dock inte lika starkt hos alla fiskar eftersom livslängden skiljer sig mellan olika arter. Hos fiskar med kortare livslängd hinner inte larver ackumuleras på samma sätt. Skillnad i kroppsstorlek mellan könen är också olika för olika fiskarter vilket kommer att påverka prevalensen av parasiten.

Med den växande efterfrågan på fisk ökar risken för infektion av *Anisakis* spp. hos människor som kan leda till anisakiasis. Det krävs därför mer kunskap kring vilka arter av parasiten som infekterar människor och var de förekommer. Trots svårigheterna kring att utföra studier på vilda marina djurpopulationer kan kunskapen erhållas genom att utföra säkra metoder för artbestämning och varierande geografisk spridning av studierna.

SUMMARY

The purpose of this literature study is to examine the prevalence of *Anisakis* spp. in fish from different waters and oceans along with the causes of occurrence. *Anisakis* spp. is a globally spread genus of nematodes that has an indirect lifecycle and infects numerous species of zooplankton, fish and whales. Humans can act as accidental hosts when consuming infected fish.

The parasite has been found in multiple fish species from different countries in the Atlantic Ocean, Pacific Ocean and Indian Ocean. From the more extensive studies around the globe the highest prevalence in fish was found in the Atlantic Ocean outside of the Iberian Peninsula and in waters outside of the Korean Peninsula. The lowest prevalence was found in waters like the Baltic Sea, North Sea and Black Sea. The prevalence of *Anisakis* was also low in waters outside of Madeira and the Canary Islands. Various species of the parasite have been shown to occur in different areas which indicate an adaptation to certain climate zones and environments.

The occurrence of larvae is affected by the occurrence of fish and whales and their access to food. In turn that can be affected by climate, water temperature and seasonal shifts since they influence the moving patterns of the host animals. That brings up the question whether climate change and other factors affecting the environment and food access can alter the occurrence of the parasite. It has been noted that the occurrence of *Anisakis* relates to the body size of the fish in a way that with an increased body size the prevalence also increases. This has to do with the fact that older fish consume more zooplankton and other fish which allow them to accumulate more larvae during a longer period. Since the life span varies in different fish species, this relation is not strong in all fish. The larvae do not accumulate in the same extent in fish with a shorter life span. Differences in body size between the sexes also varies in different fish species, which will affect the prevalence of the parasite.

With a growing demand for fish the risk of infection by *Anisakis* spp. which can lead to anisakiasis also increases. It is therefore necessary to develop more knowledge about the species of the parasite that can infect humans and where they appear. Although it is difficult to execute studies on wild marine animal populations the knowledge can be obtained by performing appropriate methods for species identification and ensuring diverse geographical distribution of the studies.

INLEDNING

Nematoder från släktet *Anisakis* är globalt förekommande parasiter som i tredje larvstadiet infekterar flertalet saltvattenlevande fiskarter (Levsen & Berland 2012, s. 298). Nio arter av släktet *Anisakis* har påvisats globalt. De tillhör familjen Ascarididae och har en indirekt livscykel där de tar hjälp av olika mellanvärdar och slutvärdar för överlevnad och utveckling (Levsen and Berland 2012, s. 298; Mattiucci et al. 2009).

Olika arter av valar (*Cetaceans*) som bardvalar (*Mysticeti*), delfiner och tumlare (*Odontoceti*) fungerar som slutvärdar åt den vuxna parasiten. Efter mognad och befruktning kommer äggen ut med slutvärdens avföring i havet. Äggen tas sedan upp av små kräftdjur (zooplankton) vilka fungerar som första mellanvärdar och är basföda till bläckfiskar (*Cephalopoda, Decapodiformes*) och en rad olika arter av fiskar. De i sin tur agerar som andra mellanvärdar där parasiten migrerar till och kapslas in i viscera och muskulatur. Larverna ackumuleras sedan i större fiskätande fiskar som sedan äts av valar och andra slutvärdar och cykeln börjar om (Levsen and Berland 2012, s. 298).

Rapporterade fall av anisakiasis hos människa har de senaste åren ökat, delvis på grund av den ökande konsumtionen av fisk och efterfrågan på råa fiskrätter. Eftersom larverna är svåra att upptäcka i fisk är risken för smittspridning till människa hög, vilket har ökat behovet av forskning och studier om parasiten och dess spridning. Även kopplingen mellan infektion av *Anisakis* och överkänslighetsreaktion har uppmärksammats, vilket har ökat vikten av identifiering av larverna i fisken (Levsen and Berland 2012, s. 299). Denna litteraturstudie syftar till att undersöka var *Anisakis* spp. förekommer och vilka faktorer som påverkar dess förekomst.

MATERIAL OCH METODER

Litteratur till studien har funnits med olika kombinationer av sökorden (anisaki* OR anisakis) AND fish AND epidemiology AND (atlantic OR "atlantic ocean" OR "north east atlantic" OR "NE atlantic" OR "south west atlantic" OR "SW atlantic") OR (pacific OR "pacific ocean") OR "indian ocean". Databaserna som använts är Scopus, PubMed, Web of Science och ASFAs Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts. Källor har även hittats genom artiklars och review-artiklars referenslistor.

SLU-bibliotekets sökmotor har använts för att hitta böcker inom området med hjälp av sökorden "anisakis" och "fish parasites". Google användes för att få övergripande information om valar med hjälp av sökorden "valar förekomst".

LITTERATURÖVERSIKT

Geografisk spridning

Från en tidig men omfattande studie av Mattiucci et al. (1997) som pågick mellan 1987-1996 insamlades olika fiskar och bläckfiskar samt marina däggdjur från olika områden runt om i världen för analys av främst *Anisakis simplex* och *Anisakis pegreffii*. Studien visade att *Anisakis simplex* förekommer i nordöstra Atlanten, Östersjön, i vatten utanför Kanada (både i Atlanten och Stilla havet), utanför Japans kust, södra Australien, Nya Zeeland och Sydafrika. *Anisakis pegreffii* var framförallt förekommande i Medelhavet och i vatten utanför Iberiska halvön, men påvisades också i sydvästra Atlanten och utanför Sydafrika och Nya Zeeland.

Atlanten och Medelhavet

I senare studier har de flesta arterna av *Anisakis* rapporterats i vatten från den tempererade zonen men förekommer även i subtropiska och tropiska vatten runt om i världen (Lanfranchi et al. 2018). Pascual et al. (2018) visade i en studie gjord på kummel att förekomsten i nordöstra Atlanten var som högst utanför kusten till Iberiska halvön och i fiskeområdet Grand Sole med en samlad prevalens på 99% i totalt 430 fiskar. Det visade sig att studiepopulationen fångad i skotska vatten hade märkvärdigt lägre prevalens och ytterligare lägre prevalens hos fiskar fångade i Nordsjön. I en annan studie gjord på sill i Norska havet, Nordsjön, Östersjön och Engelska kanalen hittades *Anisakis simplex* i samtliga vatten. Det visades att förekomsten av *Anisakis* var låg i Östersjön och större i Norska havet (Mattiucci et al. 2018). Även i en studie gjord på makrill noterades en prevalens på 90.6% hos 180 fiskar fångade utanför Portugals kust, medan makrill fångad i vatten utanför Madeira och Kanarieöarna visade en prevalens på 5.3% respektive 9.1% (Vasconcelos et al. 2017). I studien på makrill av Levsen et al. (2018) observerades att *Anisakis pegreffii* var den dominerande arten i Medelhavet. Den sammanlagda prevalensen för *Anisakis* spp. låg på 20.2% hos 287 fiskar. Dessutom visade Pekmezci et al. (2014) i en studie att inga larver av *Anisakis* förekom i Svarta havet.

I sydvästra Atlanten har det rapporterats förekomst av *Anisakis* i olika fisk- och valarter utanför Argentina och Brasiliens kust. I 46 individer av fisken *Zenopsis conchifer*, fångade under oktober 2011 förekom *Anisakis* typ I-larver (en individ med *Anisakis* typ II-larver) med en prevalens på 78.3% (Lanfranchi et al. 2018).

Indiska oceanen och Stilla havet

Larver av *Anisakis* typ I upptäcktes i en liten studie gjord i södra Australien på fem fiskarter där fem fiskar av arten *Neoplatycephalus richardsoni* var infekterade med en prevalens på 100% (Shamsi et al. 2011). I en annan studie utförd i Indiska oceanen utanför Indonesiens södra kust upptäcktes larver av arten *Anisakis typica* i makrill. Från 341 fiskar fångade mellan mars

– april 2018, beräknades en prevalens på 17.0% (Setyobudi et al. 2019). I Arabiska havet utfördes en studie av Cabrera-Gil et al. (2018) mellan 2015–2016 på 160 prickfiskar där prevalensen av *Anisakis* spp. låg på 52.5%. En larv identifierades som *Anisakis* typ I och 114 som *Anisakis* typ II (dessa identifierades morfologiskt som *Anisakis brevispiculata*).

Vidare norrut mot Indo-pacifiska regionen utanför Koreahalvön har *Anisakis simplex* och *Anisakis pegreffii* påvisats i spansk makrill med en prevalens på 55.4% hos totalt 417 fångade fiskar (Bak et al. 2014). I en annan studie som tittade på alaska pollock fångade öster om koreahalvön var prevalensen av anisakida nematoder 63.6% i 107 fiskar fångade 2015, och 21.5% i 609 fiskar fångade 2016. Av totalt 1,085 larver identifierades 73.5% till *Anisakis simplex* och 1.4% till *Anisakis pegreffii* (Nurhidayat et al. 2018).

Faktorer som påverkar förekomst

Klimatzoner

Olika arter av *Anisakis* förekommer i olika vatten på grund av anpassning till olika klimatzoner och vattentemperatur, vilket också kan påverkas av strömmar som för med sig vatten från kallare alternativt varmare regioner och resulterar i större mångfald av parasiten i gällande områden (Lanfranchi et al. 2018). Anpassningen till olika klimatzoner kan bero på att de olika arterna har anpassat sig efter mellanvärdarnas och slutvärdarnas geografiska förekomst och födobeteende och utvecklat åtskiljande värdspecificitet till dessa. Arterna som framförallt sprids till människa, *Anisakis simplex* och *Anisakis pegreffii*, tros ha utvecklats på detta sätt. *Anisakis simplex* anses vara spridd mellan 30°N och norra polcirkeln där de infekterar fiskarter i kallt och djupt vatten, medan *Anisakis pegreffii* anses vara spridd mellan 30°N och 55°S då deras värdar förekommer i varmt och öppet vatten. Detta indikerar att den marina näringskedjan har betydelse för förekomsten av parasiten (Chai et al. 2005; Mattiucci and Nascetti 2008).

Förekomst av värdar

Den geografiska spridningen kan ha en koppling till slutvärdarnas populationsstorlek i givet område och deras migration och rörelsemönster. I en studie gjord på samma fiskart kan prevalensen skilja sig beroende på fångstställe på grund av olika ekologiska faktorer som födotillgång och förekomsten av slutvärdar i området (Setyobudi et al. 2019). Skiftande årstider och säsonger kan påverka tillgången på zooplankton och annan föda och följaktligen också rörelsemönstret hos fiskar och valar och en säsongsvariation hos förekomsten av parasiten kan observeras (Mattiucci et al. 2018).

Fiskarnas kroppsstorlek

Flertalet studier hävdar ett samband mellan förekomst av antalet larver i infekterad fisk och fiskens kroppsstorlek, där antalet larver ökar med ökande kroppsstorlek. I en studie gjord på sardiner i sydvästra Europa konstaterades att risken för infektion ökade 2.4 gånger för varje centimeter kroppslängd hos fisken. Sambandet kan förklaras av att yngre fiskar huvudsakligen äter små kräftdjur och växtplankton, medan vuxna fiskar inkorporerar mer primära mellanvärdar som krill i sin basföda. Större fiskar äter dessutom en större mängd och får på så vis i sig högre doser infekterad föda. Larverna ackumuleras och kan förbli i fisken länge (Molina-Fernández et al. 2015). I studien gjord på alaska pollock utanför koreahalvön visades ett positivt samband mellan kroppslängd och infektionsstatus där de infekterade fiskarna var över 25.0 cm av dem fångade 2015 och över 20.0 cm av dem fångade 2016 (Nurhidayat et al. 2018). Även i studien gjord i södra Indonesien hade fiskar med en kroppslängd på 29 cm eller över högst prevalens av *Anisakis*, medan inga larver var närvarande i fiskar under 16.9 cm (Setyobudi et al. 2019).

Hos fiskar med kort livslängd, exempelvis lodda, kan dock sambandet vara svagare då dessa inte hinner ackumulera den mängden larver i samma utsträckning. De börjar dessutom äta zooplankton i ett sent stadie i livet och minskar således risken för exponering. Hos vissa fiskarter där hanen är större än honan eller vice versa finnes skillnader även mellan könen, vilket igen förmodligen beror på att den större fisken äter fler och större byten (Levsen et al. 2016).

DISKUSSION

Spridning av *Anisakis* och studiernas begränsning

Som bland annat påpekas i artikeln av Cabrera-Gil et al. (2018) och som även jag la märke till under litteratursökningen för denna studie är data kring den geografiska spridningen av *Anisakis* spp. knapp, med undantag för områdena i nordöstra Atlanten och Medelhavet. Den ojämna geografiska fördelningen av studier kan ge ett missvisande resultat då det kan verka som att förekomsten är större i områden där fler studier har utförts med större studiepopulationer. Anledningen till att fler studier har utförts i nordöstra Atlanten och Medelhavet kan bero på att flera av studierna initierats av projektet PARASITE som finansieras av Europeiska kommissionen.

Att studera vilda populationer, speciellt i haven, utgör en annan svårighet med studierna då det inte förekommer samma kontroll som kan uppnås med odlade bestånd. Eftersom fiskar och marina däggdjur rör sig över så stora sträckor skulle det behövas många fler studier i områden där de befinner sig än som finns tillgängligt för att få en korrekt bild av parasitens geografiska

spridning. Ytterligare en svårighet med framförallt äldre studier är att det inte gått att exakt artbestämma larverna genom morfologisk identifikation mer än *Anisakis* typ I eller *Anisakis* typ II, vilket forskare har uppmärksammat som ett problem. Att få en exakt artbestämning, som erhålls med PCR, möjliggör en mer riktig analys av parasitarternas utbredning och värdspecificitet. Data kring förekomsten av *Anisakis* kan sedan användas som biologisk märkning i studier kring värdarternas rörelsemönster, födobeteende och tillväxt som föreslagits av Setyobudi et al. (2019).

Det kan även vara av vikt att tänka på när på året studierna utfördes och om studierna utvidgade studiepopulationen till flera fångstomgångar under olika årstider. Detta då mellan- och slutvärdarna migrerar långa sträckor under årets gång. Fiskarna migrerar för att leka och valar migrerar till födoområdena Arktis och Antarktis under sommarhalvåret, medan de under vinterhalvåret befinner sig närmare ekvatorn (WWF 2019). Då det verkade som att tillgängligheten på värdar var en stor faktor för förekomsten av parasiten är detta något som bör beaktas när studier om förekomst av *Anisakis* ska utföras. Således väger studierna med ett utbrett tidsspann tyngre då de kan ta hänsyn till värdarnas tillfälliga frånvaro eller förekomst som en faktor av parasitens förekomst. Fiskpopulationernas storlek kan också variera olika år vilket Levsen et al. (2018) påpekar om makrillbeståndet i Atlanten som de senare åren har rört sig mer nordligt och västligt.

Faktorer som påverkar förekomst

Enligt studierna verkar det som att arterna *Anisakis simplex* och till viss del *Anisakis pegreffii* är de mest förekommande arterna av släktet *Anisakis* spp. i fisk, där *Anisakis simplex* verkar vanligast i nordligare breddgrader. Det verkar alltså finnas ett samband mellan klimatzonerna och vattentemperaturen samt vilken art som förekommer i vilket område. Det är dock sannolikt att orsaken har mer att göra med vilka värdarter som förekommer i trakterna och deras anpassning till temperatur och klimat och tillgång till föda snarare än parasitens. Med tanke på att larverna förekommer hos åtskilliga mellanvärdar och då alltså inte har påtaglig värdspecificitet är det svårt att veta om de olika arterna har den spridningen de har på grund av att de anpassat sig efter värdens förekomst eller om den temperatur de föredrar har avgjort vilka värdarter de infekterar. Det är med andra ord svårt att veta vad som är orsak och vad som är verkan i det här fallet och jag bedömer att det behövs fler studier i frågan för att kunna dra en säker slutsats.

Med tanke på den komplexa livscykeln parasiten har och deras sannolika beroende av värdförekomst väcker det också frågor kring huruvida förekomsten skulle påverkas av klimatförändringar som varmare vatten och smältande isar. Det hade möjligen påverkat värdarternas förflyttningar över haven, både för fiskar som migrerar för att leka och valar som

migrerar för föda. Kanske hade det ökat förekomsten av *Anisakis simplex* som återfinns i större utsträckning i kallare vatten om fisk- och valpopulationer skulle röra sig mer norrut.

Med fiskeindustrins snabba tillväxt finns det också risk för utfiskning av haven vilket också skulle kunna påverka populationsstorlekarna på olika fiskarter globalt. Detta gäller även valar som minskat i populationsstorlek efter omfattande valfångst under en lång period. Om det är korrekt att parasiten är beroende av värdtillgång skulle det betyda en minskning i förekomst. Det är dock en oklarhet eftersom de har en sådan komplex och lång livscykel med flera olika mellan- och slutvärdar, vilket betyder att de har så pass många alternativ som säkrar deras överlevnad och spridning.

Den säkraste slutsatsen att dra från litteraturundersökningen är att det finns ett troligt samband mellan förekomst av *Anisakis* och fiskens kroppsstorlek, vilket många av studierna visade på. Med ökande kroppsstorlek hos fisken ökade också antalet erhållna infekterande larver. Detta kunde förklaras med att större fiskar äter mer och framförallt fler mellanvärdar och med ökande ålder har de hunnit ackumulera fler larver i kroppen. Detta tyder igen på att förekomsten av larver påverkas av fiskarnas tillgång till föda och då också i vilka områden den tillgången är störst. Alltså är det sannolikt att parasitförekomsten är som störst i områden där det finns mest primär- och sekundärvärdar som fiskar kan äta.

Anisakiasis hos människa

I flertalet länder och kulturer är det vanligt med råa fiskrätter som sushi och sashimi i Japan, gravad lax i Skandinavien och ceviche i Sydamerika, vilka har spridit sig och blivit allt mer populära globalt. Detta i kombination med den ökande efterfrågan på fisk ökar risken för infektion av *Anisakis*.

Förutom korrekt frysning och upphettning av fisken kan risk för smitta minska genom rätt hantering av fisken efter fångst. Till exempel genom att snabbt rensa fisken då det finns en risk för att larverna post mortem kan vandra till muskulaturen framför att stanna kvar i viscera där de främst uppträder i den levande fisken (Chai et al. 2005). Dock har frysning och upphettning av fisken inte betydelse för en potentiell allergisk reaktion (Kennedy et al. 1988), vilket indikerar att människor som är överkänsliga kanske inte bör konsumera eller hantera fisk över huvud taget.

Sammanfattningsvis kan man konstatera att maskar från släktet *Anisakis* spp. är globalt förekommande förmodligen på grund av sin stora värdartsdiversitet och det faktum att värdjuret vandrar stora sträckor över haven. Klimatförändringar, värdjurets tillgång till föda och den växande fiskeindustrin skulle därför kunna vara faktorer som påverkar parasitens tillgång till värdjur och då också dess förekomst. I takt med den ökande fiskkonsumtionen

ökar också risken för spridning till människa och då också behovet av fler studier. Med tanke på havens och fiskpopulationernas storlek behövs fler vidsträckta studier från fler områden som undersöker geografisk spridning och riskfaktorer för smittspridning.

LITTERATURFÖRTECKNING

- Bak, T.-J., Jeon, C.-H., Kim, J.-H. (2014). Occurrence of anisakid nematode larvae in chub mackerel (*Scomber japonicus*) caught off Korea. *International Journal of Food Microbiology*, 191: 149–156.
- Cabrera-Gil, S., Deshmukh, A., Cervera-Estevan, C., Fraija-Fernández, N., Fernández, M., Aznar, F.J. (2018). Anisakis infections in lantern fish (Myctophidae) from the Arabian Sea: A dual role for lantern fish in the life cycle of *Anisakis brevispiculata*? *Deep Sea Research Part 1: Oceanographic Research Papers*, 141: 43–50.
- Chai, J.-Y., Darwin Murrell, K., Lymbery, A.J. (2005). Fish-borne parasitic zoonoses: Status and issues. *International Journal for Parasitol*, 35: 1233–1254.
- Kennedy, M.W., Tierney, J., Ye, P., McMonagle, F.A., McIntosh, A., McLaughlin, D., Smith, J.W. (1988). The secreted and somatic antigens of the third stage larva of *Anisakis simplex*, and antigenic relationship with *Ascaris suum*, *Ascaris lumbricoides*, and *Toxocara canis*. *Molecular and Biochemical Parasitology*, 31: 35–46.
- Lanfranchi, A.L., Braicovich, P.E., Cantatore, D.M.P., Irigoitia, M.M., Farber, M.D., Taglioretti, V., Timi, J.T. (2018). Influence of confluent marine currents in an ecotonal region of the South-West Atlantic on the distribution of larval anisakids (Nematoda: Anisakidae). *Parasite and Vectors*, 11. <https://doi.org/10.1186/s13071-018-3119-7>
- Levsen, A., Berland, B. (2012). *Anisakis Species. I: Woo, P.T.K., Buchmann, K. (red.), Fish Parasites: Pathobiology and Protection*. Oxford: CABI, 298-299.
- Levsen, A., Cipriani, P., Mattiucci, S., Gay, M., Hastie, L.C., MacKenzie, K., Pierce, G.J., Svanevik, C.S., Højgaard, D.P., Nascetti, G., González, A.F., Pascual, S. (2018). *Anisakis species composition and infection characteristics in Atlantic mackerel, Scomber scombrus, from major European fishing grounds — reflecting changing fish host distribution and migration pattern*. *Fisheries Research*, 202: 112–121.
- Levsen, A., Paoletti, M., Cipriani, P., Nascetti, G., Mattiucci, S. (2016). Species composition and infection dynamics of ascaridoid nematodes in Barents Sea capelin (*Mallotus villosus*) reflecting trophic position of fish host. *Parasitology Research*, 115: 4281–4291.
- Mattiucci, S., Giuliotti, L., Paoletti, M., Cipriani, P., Gay, M., Levsen, A., Klapper, R., Karl, H., Bao, M., Pierce, G.J., Nascetti, G. (2018). Population genetic structure of the parasite *Anisakis simplex* (s. s.) collected in *Clupea harengus* L. from North East Atlantic fishing grounds. *Fisheries Research*, 202: 103–111.
- Mattiucci, S., Nascetti, G. (2008). Chapter 2 Advances and Trends in the Molecular Systematics of Anisakid Nematodes, with Implications for their Evolutionary Ecology and Host—Parasite Co-evolutionary Processes. *Advances in Parasitology*, 66: 47–148.
- Mattiucci, S., Nascetti, G., Cianchi, R., Paggi, L., Arduino, P., Margolis, L., Bratney, J., Webb, S., D’Amelio, S., Orecchia, P., Bullini, L. (1997). Genetic and Ecological Data on the

- Anisakis simplex Complex, with Evidence for a New Species (Nematoda, Ascaridoidea, Anisakidae). *Journal of Parasitology*, 83: 401–416.
- Mattiucci, S., Paoletti, M., Webb, S.C. (2009). *Anisakis nascettii* n. sp. (Nematoda: Anisakidae) from beaked whales of the southern hemisphere: morphological description, genetic relationships between congeners and ecological data. *Systematic Parasitology*, 74: 199–217.
- Molina-Fernández, D., Malagón, D., Gómez-Mateos, M., Benítez, R., Martín-Sánchez, J., Adroher, F.J. (2015). Fishing area and fish size as risk factors of *Anisakis* infection in sardines (*Sardina pilchardus*) from Iberian waters, southwestern Europe. *International Journal of Food Microbiology*, 203: 27–34.
- Nurhidayat, S.W., Nam, U.-H., Kim, J.-H. (2018). Occurrence of Anisakid Nematodes in Walleye Pollock (*Gadus chalcogrammus*) Caught off the East Sea of Korea: Their Molecular Identification and Biological Implication. *Ocean Science Journal*, 53: 679–689.
- Pascual, S., Rodríguez, H., Pierce, G.J., Hastie, L.C., González, A.F. (2018). The NE Atlantic European hake: A neglected high exposure risk for zoonotic parasites in European fish markets. *Fisheries Research*, 202: 69–78.
- Pekmezci, G.Z., Onuk, E.E., Bolukbas, C.S., Yardimci, B., Gurler, A.T., Acici, M., Umur, S. (2014). Molecular identification of *Anisakis* species (Nematoda: Anisakidae) from marine fishes collected in Turkish waters. *Veterinary Parasitology*, 201: 82–94.
- Setyobudi, E.K.O., Rohmah, I., Syarifah, R.F., Ramatia, L., Murwantoko, Sari, D.W.K. (2019). Presence of *Anisakis* nematode larvae in Indian mackerel (*Rastrelliger* spp.) along the Indian ocean southern coast of West Java, Indonesia. *Biodiversitas*. 20: 313–319.
- Shamsi, S., Eisenbarth, A., Saptarshi, S., Beveridge, I., Gasser, R.B., Lopata, A.L. (2011). Occurrence and abundance of anisakid nematode larvae in five species of fish from southern Australian waters. *Parasitology Research*, 108: 927–934.
- Världsnaturfonden, WWF (2019). *De stora valarna*. <https://www.wwf.se/djur/valar/> [2019-03-05].
- Vasconcelos, J., Hermida, M., Saraiva, A., González, J.A., Gordo, L.S. (2017). The use of parasites as biological tags for stock identification of blue jack mackerel, *Trachurus picturatus*, in the North-eastern Atlantic. *Fisheries Research*, 193: 1–6.