

Den europæiske åls (*Anguilla anguilla*) gydebiologi, rekruttering og genetiske bestands- struktur i Sargassohavet

Af projektleder, forskningsprofessor, dr.scient., ph.d. Michael Møller Hansen, Danmarks Fiskeriundersøgelser, Danmarks Tekniske Universitet

Togtben 17 (Sargassohavet)

Baggrund og formål

Trods mere end 100 års forskning er store dele af den europæiske åls livshistorie og gydebiologi fortsat et mysterium. Samtidig er bestanden af både europæiske og amerikanske ål i katastrofal tilbagegang, og mangel på viden om ålenes biologi gør det vanskeligt at forstå årsagen til dette. Både den europæiske og den amerikanske ål antages at gyde i Sargassohavet syd for Bermuda, og europæiske ål må således vandre flere tusinde kilometer for at komme til gydeområdet. Imidlertid har man aldrig fundet voksne gydende ål i Sargassohavet – identifikation af gydeområdet er udelukkende baseret på fundet af nyudklækkede larver. Man har heller ikke været i stand til at identificere åleæg i Sargassohavet. Endvidere har man hidtil troet, ålen bestod af én stor genetisk homogen bestand, men nye undersøgelser baseret på analyse af dna kunne tyde på, at der findes flere genetisk forskellige bestande. For at kunne afklare dette spørgsmål er det imidlertid nødvendigt at analysere dna fra ålelarver indsamlet forskellige steder i gydeområdet. Vores formål med åleprojektet var følgende:

1. At mærke udtrækkende ål på gydevandring med særlige satellitmærker, som registrerer dybde og temperatur. Mærkerne "tidsindstilles" til at frigøres på et forudbestemt tidspunkt, hvorefter mærkerne flyder op til overfladen og sender data til en satellit, hvorfra vi kan hente dem. Dermed fås oplysningerne om den position, hvorfra mærkerne har sendt signalet, samt om den dybde og temperatur ved hvilken ålene har svømmet.
2. At fiske efter gydende ål ved hjælp af en moderne trawler med et kæmpestort net. Dette skib skulle operere samtidig med VÆDDEREN, som ikke er egnet til denne type fiskeri på dybt vand. Der er som sagt aldrig blevet fanget og observeret gydende ål i Sargassohavet. Imidlertid tyder en række data på, at ålen gyder inden for de øverste 400 meter ved hydrografiske fronter, så dette var udgangspunktet for eftersøgningen.

3. At indsamle æg, som kunne stamme fra ål. Æggene kan senere artsbestemmes ved hjælp af dna-analyser.
4. At indsamle nyklækkede ålelarver fra forskellige steder i Sargassohavet og afklare, hvad det nærmere bestemte er for havstrømme og andre forhold, som gør, at ålelarverne findes netop der. I denne forbindelse er det særligt vigtigt at undersøge Sargassohavets økosystem på planktonniveau.
5. At analysere dna fra de indsamlede ålelarver, så man kan afklare, om der findes en eller flere genetisk forskellige bestande af ål.

Projektets forløb under Galathea 3-ekspeditionen

Trawleren *The Alert* startede ud fra Halifax, mens *VÆDDEREN* startede ud fra St. Croix 28. marts 2007. Fem projektdeltagere befandt sig om bord på trawleren, mens 13 befandt sig på *VÆDDEREN*. 1. april skiftede to deltagere som planlagt fra trawleren til *VÆDDEREN*.

Trawleren havde som primær opgave at fiske efter gydende ål med et stort trawl, men fiskede også efter ålelarver og plankton. Fiskeriet koncentrerede sig om de fronter i Sargassohavet, hvor ålen antages at gyde. Fiskeriet startede 30. marts 2007. 31. marts 2007 havde trawleren imidlertid et uheld, hvor trawlet blev mistet over 5.000 m vand ved fiskeri på ca. 100 meters dybde. Årsagen til uheldet er uopklaret, men der blev kort forinden observeret to pukkelhvaler i området, og nettet kan være kommet i karambolage med en af

Udsætning af trawl fra *The Alert*.
Foto: Michael M. Hansen



disse. Det var nødvendigt at sejle til Bermuda for at færdiggøre rigningen af et andet trawl, men efterfølgende fiskede trawleren videre i frontområdet. Imidlertid lykkedes det ikke at fange voksne gydende ål, og der sås yderst lidt på ekkoloddet, som kunne have været gydende ål. I det hele taget blev der fanget meget få større fisk i trawlet, et resultat af det ekstremt næringsfattige miljø i Sargassohavet. Af større fisk blev der bl.a. fanget skæv øksefisk (*Argyropelecus aculeatus*), en dybhavsfiskeart af slægten *Aristostomias* (engelsk navn: *loosejaw*) og sneppeål (*Avocettina infans*). Desuden blev der fanget 64 *Anguilla*-ålelarver, dvs. europæisk eller amerikansk ål (*Anguilla anguilla* eller *A. rostrata*). Trawleren vendte tilbage til Halifax 19. april 2007.

VÆDDEREN opererede i perioden 28. marts til 11. april i Sargassohavet og tilstødende farvande. Der blev foretaget træk med et specielt tilvirket *BigMIK*-net på samtlige stationer med henblik på at indsamle ålelarver og andet plankton. Desuden blev der fisket plankton med mindre net og taget vandprøver fra CTD på samtlige stationer, så der kunne foretages prøvetagning og analyser fra plankton- til bakterieniveau. Indsamlingsstationerne var organiseret i tre transekter, således at man krydsede fronterne, hvor ålen formodes at gyde, tre gange, nemlig ved længdegraderne 64, 67 og 70° Ø. Projektdelegerne var organiseret i tre hold: To hold (et daghold og et nathold), som sorterede ålelarver fra prøverne taget med *BigMIK*, samt et hold, som mere specifikt koncentreret sig om plankton og mikrobiologiske prøver.

Udsætning af satellit-mærkede ål ved Galway, Irland. Foto: Kim Aastrup



Foreløbige resultater for de enkelte delprojekter

Ålens gydevandring

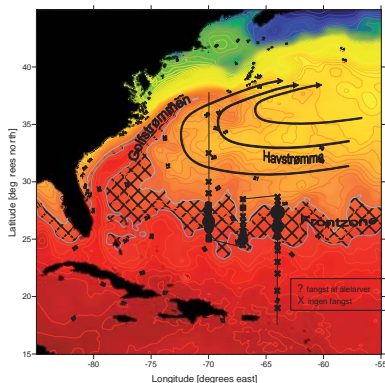
22 store udtrækkende hunål blev mærket i oktober-november 2006 i Irland og udsat ved kysten ud for Galway. Der opnåedes data fra 15 af de 22 mærker, hvilket er en særdeles høj succesrate for denne type mærkning. Alle mærker blev frigjort, før ålene nåede til Sargassohavet, men alligevel vil vi betegne dette delprojekt som en stor succes. Det mærke, som dukkede op længst væk, nåede 1.300 km nordvest for Azorerne. Man har hidtil *ingen* viden haft om ålens vandring, efter den forlader kontinentalsokkelen på vej mod Sargassohavet, men det vil resultaterne af dette delprojekt råde bod på. Det er for tidligt på nuværende tidspunkt at drage alt for mange konklusioner ud fra resultaterne; der forestår en omfattende statistisk behandling. Imidlertid kan vi fortælle, at mærkerne afslører en udpræget døgnvandring mellem forskellige dybder, og at ålene vandrer i de øverste ca. 600 m af vandsøjlen.

Fiskeri efter gydende ål

Som nævnt lykkedes det ikke at fange en gydende ål. Vi vidste på forhånd, at det ville være svært at fange gydende ål, men det ville være af utrolig stor videnskabelig interesse, hvis det lykkedes. Vi kan derfor ikke være skuffede over udfaldet af dette delprojekt, selv om det selvfølgelig ville have været fantastisk, hvis det var lykkedes. Vi mener stadig, vi har ledt i det rigtige område, som også fangsterne af ålelarver bekræfter, og dybder på ned til ca. 400 m er også stadig vores bedste bud på, hvor i vandsøjlen gydningen foregår. Hvis ålens gydning imidlertid er "klumpet" fordelt med forholdsvis få, men meget store aggregationer af gydende fisk, vil det kræve held at finde gydende ål i det store geografiske område, der er tale om. Vi mener, den bedste fremtidige strategi for at optimere chancerne for at fange en gydende ål ligger i at kombinere satellit- eller anden elektronisk mærkning (dvs. næste generation af mærker, som forventes at være endnu mindre) med målrettet fiskeri. Det vil være optimalt at mærke amerikanske ål, som ikke skal vandre så langt som europæiske, men gyder i stort set samme område, og samtidig mærke store antal fisk (>>100), så man er sikker på, nogle når frem til gydeområdet.

Identifikation af ålens æg i Sargassohavet

Tusinder af æg er indsamlet som en del af planktonprøverne, men en målrettet indsats for at frasortere mulige åleæg fra planktonprøverne på nogle af stationerne med flest ålelarver resulterede kun i fundet af ni æg, som tilnærmelsesvist havde det forventede udseende (1-2 mm i diameter, klare og med en oliedråbe). Disse æg vil nu blive undersøgt vha. analyse af dna (sekventering af cytochrome b-genet i mitochondrie-dna). Flere andre fisk, såsom muræner og havål, har meget lignende æg, så det er ikke givet, at der faktisk er tale om *Anguilla*-æg. Ud over de æg, som allerede er frasorteret,



Figur 1: Fordeling af indsamlede ålelarver på de tre transekter. Krydser uden cirkler angiver stationer, hvor der ikke blev fanget ålelarver. Cirkler angiver stationer med fangst af ålelarver, og cirklernes størrelse er proportional med antallet af indsamlede individer. Figur: Peter Munk

vil der også være mulighed for at sekventere andre ålelignende æg, når alle planktonprøverne senere bliver oparbejdet. Hvis det ikke lykkes at finde ålens æg, skal det nok ses i lyset af den manglende fangst af gydende ål, sammenholdt med at åleæg fra kunstigt modnede ål i fangenskab klækker allerede efter kun et par dage. Hvis der ikke for ganske nylig har været gydeaktivitet på indsamlingsstationerne, vil der næppe være æg til stede i vandet.

Fordeling af ålelarver i sammenhæng med hydrografiske parametre og Sargassohavets økosystem

Der opnåedes særdeles tilfredsstillende resultater for denne projektdel. Der blev fanget i alt 177 *Anguilla*-larver på de tre transekter. Vi må dog tage forbehold for det endelige antal og kan på nuværende tidspunkt heller ikke angive, hvor mange der er hhv. europæiske og amerikanske ål. Den endelige artsstatus for hver enkelt larve vil blive afgjort vha. dna-analyser, men vi er meget sikre på, at begge arter er repræsenteret. Som det ses på fig. 1, er der en klar sammenhæng mellem temperaturfronterne i Sargassohavet og ålelarvernes fordeling. Endvidere faldt forekomsten af ålelarver på en transekt helt klart sammen med specifikke forhold for temperatur (ca. 23°C) og salinitet (ca. 36,5 ‰). Det er endnu for tidligt at drage konklusioner ud fra disse foreløbige resultater, men vi forventer at kunne opnå en meget detaljeret viden om, under hvilke forhold ålen gyder, og hvordan dens tidligste larvestadier foregår. Disse resultater vil også være relevante i diskussionen om, hvorvidt ændringer af klima og havstrømme kan være medvirkende til ålens tilbagegang.

Der blev taget vandprøver og planktonprøver på samtlige stationer, og der foreligger således nu et unikt materiale til beskrivelse og analyse af økosystemet i ålens gydeområder i Sargassohavet. Dette materiale vil være under oparbejdelse i de næste mange måneder.

Analyse af ålens genetiske populationsstruktur

Der blev indsamlet 177 *Anguilla*-larver fra VÆDDEREN og 64 fra trawleren, om end det endelige antal og artsidentifikation skal bekræftes vha. dna-analyser. Samtlige larver blev hurtigst muligt overført til en specialbuffer, som konserverer både larvernes RNA og dna. Dette er et helt unikt materiale. Alle ålelarver, som hidtil er indsamlet i Sargassohavet, er opbevaret i formalin, som gør materialet uegnet til både RNA- og dna-analyser. Larverne indsamlet under Galathea 3 gør det nu for første gang muligt at undersøge ålens genetiske struktur direkte på gydepladserne og forhåbentlig få svar på, om der findes en eller flere genetisk forskellige bestande af ål. Samtidig vil prøverne blive brugt til at analysere, hvilke gener der bliver udtrykt på hvilke alderstrin i de to arter. RNA og dna af meget høj kvalitet er blevet oprenset for de første 54 prøver, og et batteri af microsatellit dna-markører (en slags "genetiske fingeraftryk") er ved at blive kørt ind.

Konklusion

Vi er overordentligt tilfredse med, hvorledes åleprojektet er forløbet, og de prøver og resultater, som er opnået. Alle delprojekter, lige fra satellitmærkning til fiskeri efter ålelarver og voksne ål, har hver især været forbundet med store risici. At (mindst) tre ud af fem delprojekter er lykkedes, er klart mere, end vi havde turdet håbe på. Vi har fået unikke nye prøver, data og resultater til at kunne lægge adskillige flere brikker til puslespillet om denne hemmelighedsfulde fisk. Det måske største mysterium, nemlig selve ålens gydning i Sargassohavet, lykkedes det ikke at løse... i denne omgang. Vi har imidlertid fået vigtige erfaringer og resultater, som vil kunne bruges som udgangspunkt for et fremtidigt forsøg.

Vi vil gerne sende en stor tak til følgende: Dansk Ekspeditionsfond for organisering af hele Galathea 3-ekspeditionen, som har gjort dette projekt muligt. Villum Kann Rasmussen Fonden, Elisabeth og Knud Petersens Fond, §7-Udvalget (fiskepleje) samt TK-Foundation for økonomisk støtte. Besætningen på *The Alert* for en stor indsats og behageligt samvær. Sidst, men ikke mindst, vil vi takke besætningen på VÆDDEREN, fiskemestrene og togtlederen, Bente Lomstein, for en helt uforlignelig indsats, uden hvilken vi aldrig ville have fået så mange prøver og resultater med hjem.

Appendix.

Deltagere om bord på VÆDDEREN: Michael M. Hansen (DFU), Henrik Sparholt (ICES), Peter Munk (DFU), Kim Aarestrup (DFU), Torkel Gissel Nielsen (DMU), Jørgen Nielsen (ZMUC), Hans Henrik Jakobsen (DFU), Michael Ingemann Pedersen (DFU), Hjalte Parner (DFU), Mirjam Bachler (SDU), Nikolaj Gedsted Andersen (SDU), Louis Bernatchez (Université Laval, Canada), Gregory Maes (Katholieke Universiteit Leuven, Belgien), Lasse Rieman (Kalmar Universitet, Sverige) og Scott McKinley (University of British Columbia, Canada).

Deltagere om bord på The Alert: Martin Castonguay (Department of Fisheries and Oceans, Canada), Jim McCleave (University of Maine, USA), Reinhold Hanel (Kiel Universitet, Tyskland), Louis Bernatchez (Université Laval, Canada) og Michael M. Hansen (DFU).



En ålelarve under mikroskopet.
Foto: Mirjam Bachler