

Marin fiskodling på den svenska västkusten: Biologiska förutsättningar



Rapport från Vattenbrukscentrum Väst

Eva Albertsson, Åsa Strand, Susanne Lindegarth,
Kristina Snuttan Sundell, Susanne Eriksson och
Björn Thrandur Björnsson



GÖTEBORGS UNIVERSITET
VATTENBRUKSCENTRUM VÄST

Marin fiskodling på den svenska västkusten: Biologiska förutsättningar
Rapport nummer 1 från Vattenbrukscentrum Väst, Göteborgs universitet

**Eva Albertsson, Åsa Strand, Susanne Lindegarth,
Kristina Snuttan Sundell, Susanne Eriksson
och Björn Thrandur Björnsson**

ISBN: 978-91-637-2321-6

**© Eva Albertsson, Åsa Strand, Susanne Lindegarth,
Kristina Snuttan Sundell, Susanne Eriksson
och Björn Thrandur Björnsson, 2012**

**Fiskillustrationer samt omslagsillustration
av Jón Baldur Hlíðberg, www.fauna.is
Layout: Robert Karlsson**

**Vattenbrukscentrum Väst
Institutionen för biologi och miljövetenskap
Göteborgs universitet
Box 463
405 30 Göteborg**

**Tryckt av Responstryck
Borås, Sverige, 2013**

Marin fiskodling på den svenska västkusten: Biologiska förutsättningar

Rapport från Vattenbrukscentrum Väst

Eva Albertsson, Åsa Strand, Susanne Lindegarth,
Kristina Snuttan Sundell, Susanne Eriksson och
Björn Thrandur Björnsson



GÖTEBORGS UNIVERSITET
VATTENBRUKSCENTRUM VÄST

Innehållsförteckning

Förkortningar och förklaringar	7
Sammanfattning	9
Bakgrund och syfte med studien	11
Urval av arter	13
Kandidatarter	17
<i>Hälleflundra</i>	17
<i>Tunga</i>	25
<i>Piggvar</i>	31
<i>Vanlig och fläckig havskatt</i>	39
<i>Torsk och lyrtorsk</i>	47
Lovande arter	57
<i>Kummel</i>	57
<i>Bergtung</i>	58
<i>Sjurygg</i>	59
Ej bedömningsbara arter	61
<i>Långa</i>	61
<i>Lubb</i>	62
<i>Rödspätta</i>	63
<i>Marulk</i>	64
<i>Fjärsing</i>	65
<i>Slätvar</i>	66
Ej lovande arter	67
<i>Rödtunga</i>	67
<i>Makrill</i>	68
Abiotiska faktorer på den svenska västkusten	69
Kandidatarternas odlingspotential på den svenska västkusten	79
Diskussion och slutsatser	81
Tack och finansiärer	87
Referenser	89

Förkortningar och förklaringar

Avelsprogram: En organiserad selektion, där individer eller familjer med specifika fenotypiska karaktärer används för att ta fram nästa generation produktions- och avelsdjur. Selektionen görs över flera generationer och avser en eller flera produktionskaraktärer så som tillväxthastighet, köttets färg och fettinnehåll, sjukdoms- och stressresistens och sen könsmognad.

D°: Står för dygnsgrader vilket är ett vanligt mått i odlingsssammanhang. Om kläckningen sker vid 80 D° när vattentemperaturen är 10°C kommer kläckning ske efter 8 dygn.

FAO: Food and Agriculture Organization of the United Nations (Förenta nationernas livsmedels- och jordbruksorganisation). FAO är det organ inom FN som arbetar för att bekämpa fattigdom och svält. FAOs underavdelning Fisheries and Aquaculture arbetar med fiske och vattenbruksfrågor.

Fishstat: Fishstat är FAOs databas över fångst och vattenbruksutvecklingen globalt. Databasen bygger på enskilda nationers vilja och förmåga att rapportera. Trots att det finns mycket rapporteringsbrister anses Fishstat ge den mest kompletta bilden av den globala fiske- och odlingsutvecklingen.

Juvenil: En ännu ej fortplantningsduglig individ.

Livscykel: Alla förändringar en organism genomgår från födelse till död. För fiskodling, förändras oftast fiskens behov, och därmed odlingsätt, flera gånger under livscykeln. T.ex. är temperaturoptimum oftast olika för en fisk i sitt yngelstadium jämfört med en vuxen fisk.

Raceways: Ett kanalliknande system där vatten kommer in i ena änden av avlångt kar och leds ut från den andra sidan av karet. Detta skapar en kontinuerlig vattenström vilket är viktigt för flertalet odlingsbara marina arter.

RAS: Står för Recirculation Aquaculture System, på svenska omnämns det ofta som recirkulerande system. I dessa typer av odlingar använder man sig av biologiska och mekaniska filter för att rena vattnet, och kan av denna anledning återanvända vattnet i stor utsträckning, vilket kraftigt minskar odlingens lokala påverkan på omgivande vatten. Dessa system är oftast eller alltid landbaserade.

Registrerad förstahandsmottagare: Den här studiens prisuppgifter baseras på priser från registrerade förstahandsmottagare. I Sverige, måste alla som vill köpa och förmedla fisk/skaldjur (undantaget köp mindre än 30kg/dag och köp för privat konsumtion) vara registrerade hos Havs- och vattenmyndigheten. En registrerad förstahandsmottagare är skyldig att rapportera inköp och förmedlingar till myndigheten.

Strykning: I fiskodling är det viktigt att kunna kontrollera fiskens fortplantning och det är ovanligt att låta individerna leka själva även om så sker för vissa arter. Oftast plockas hane och hona upp när de är lekmogna och rom och mjölke blandas i behållare. För att få ut mjölken och rommen stryker man fiskens buk. Metoden kallas även kramning eller klämning.

Vattenbruk: Ett samlingsbegrepp för all odling av djur och växter i vatten. Förutom fisk odlas även skalldjur, och t.ex. alger.

Sammanfattning

I den av regeringen beställda utredningen ”Det växande Vattenbrukslandet” föreslås att ”Göteborgs universitet (GU) tillförs resurser för att fortsätta att utveckla vattenbruksrelaterad forskning när det gäller musslor, ostron och marina fiskarter”. Därför tog under 2011 företrädare inom den odlingsrelaterade fiskforskningen vid Göteborgs universitet initiativet till denna studie om förutsättningarna för marin fiskodling. Studien har syftet att utreda de odlingsbiologiska förutsättningarna för etablering av vattenbruk av marina fiskarter på den svenska västkusten. Målet är att den ska kunna användas som kunskapsunderlag för en framtida handlingsplan för fiskodling på västkusten, och främja kunskapsutbytet mellan den fiskodlingsrelaterade forskningen, beslutsfattande organ och privata entreprenörer för att utveckla konkurrenskraftiga innovationer inom vattenbruket.

En central fråga för sammanhanget är vilka fiskarter det finns potential för att odla på den svenska västkusten. Vattenbruket måste vara ekonomiskt bärkraftigt och en urvalsmodell baserad på svenska marina fiskarters kg-pris i förhållande till en minsta tänkbara produktionskostnad användes därför i denna studie. Vidare bedömdes arterna utifrån kunskapsläge och odlingspotential. Arterna hälleflundra, tunga, piggvar, havskatt (vanlig och fläckig) samt lyrtorsk och torsk bedömdes att vara ”kandidatarter” för framtida odling i Sverige. För dessa arter gjordes omfattande studier för att vidare utreda behov och möjligheter. Det gjordes även en analys av de abiotiska faktorerna (vattentemperatur, syrgas- och salthalt) på den svenska västkusten. I en sista del av studien kombinerades kunskapen om kandidatarternas biologiska förutsättningar med västkustens abiotiska faktorer.

De abiotiska förhållandena på den svenska västkusten är inte odlingsbiologiskt optimala för traditionell nätkasseodling för någon av de framtagna kandidatarterna, då för höga sommartemperaturer skapar problem för kallvattensarterna medan varmvattensarterna hämmas av de låga vintertemperaturerna. En av de huvudsakliga slutsatserna i denna rapport är därför att året-runt-bedriven fiskodling i öppna system, såsom i kustnära nätkassar, knappast är praktiskt genomförbart på den svenska västkusten för de arter som i denna studie i övrigt ansågs ha hög odlingspotential. För etablering av framgångsrika odlingssystem behövs speciella tekniska lösningar, som möjliggör reglering av abiotiska faktorer såsom syrgashalter och temperatur.

För att Sverige skall kunna bli ett växande vattenbruksland krävs samordnade insatser mellan forskare från flera discipliner, privata aktörer och andra intressenter. Dessutom krävs satsningar på forskning och utredning av de mera tekniskt avancerade odlingssystem som den svenska västkusten kommer behöva. Med tanke på miljöbelastningsproblematiken kring öppna havsbaserade system för fiskodling samt de abiotiska faktorerna längs västkusten som inte är optimala för någon av kandidatarterna i utredningen, så är slutsatsen att man bör undersöka, alternativa odlingssystem till traditionella öppna nätkassar för fiskodling, där man kan kontrollera faktorer som temperatur, salthalt och syrenivåer och minimera utsläppen. Nästa steg som föreslås är att göra en teknisk/ekonomisk utredning kring hållbara havs- eller landbaserade system för marin fiskodling. Utredningen bör innehålla fall-studier för en eller två fiskarter och ett kräftdjur och inkludera en myndighetsprövning för de framtagna koncepten. Ytterligare en förutsättning för att vattenbruket skall kunna utvecklas är satsningar på nödvändig infrastruktur, som ett marint kläckeri för forskning och utvecklingsarbete.

Bakgrund och syfte med studien

Bakgrund till studien

Regeringen beslutade den 19 december 2007 att tillsätta en särskild utredare för att analysera förutsättningarna för samt identifiera hinder mot utveckling av ett ekonomiskt och ekologiskt bärkraftigt svenskt vattenbruk.

Detta beslut låg i politisk linje med Europeiska (EU) och globala (FAO) analyser som indikerar att vattenbruk är en mycket viktig sektor inom livsmedelsproduktionen, men samtidigt som den växer snabbast av alla livsmedelssektorer på en global skala, så går utvecklingen av det europeiska vattenbruket, inklusive det svenska, mycket långsamt. En konsekvens av detta, också kopplat till ett minskat kommersiellt fiske, är att Sverige likt övriga Europa blir allt mer beroende av fiskimporter från andra världsdelar. Detta väcker både etiska frågor om långväga livsmedelstransporter, I-länders livsmedelsinköp från U-länder, samt den nationella livsmedelssäkerheten, både kvantitativt och kvalitativt.

Utredningen ”Det Växande Vattenbrukslandet” presenterades för regeringen den 27 februari 2009 och däri föreslogs att ”Göteborgs universitet (GU) tillförs resurser för att fortsätta att utveckla vattenbruksrelaterad forskning när det gäller musslor, ostron och marina fiskarter”[1].

I motsats till situationen vad gäller musslor och ostron, där både forskning, utveckling och kommersiell odling pågår, så finns i nuläget ingen marin fiskodling på den svenska västkusten. Under 2011 tog därför de forskare vid GU som arbetar med odlingsrelaterad fiskfysiologi och som nu är samlade under Vattenbrukscentrum Väst, initiativet till en diskussion med GU och Västra Götalandsregionen (VGR) om vad som kunde vara de första stegen mot regeringens målsättning att öka det svenska vattenbruket inklusive den marina fiskodlingen. Resultatet av diskussionen är denna studie om förutsättningar för marin fiskodling på den svenska västkusten

Syfte

Syftet med studien är att utreda de odlingsbiologiska förutsättningarna för etablering av vattenbruk av marina fiskarter i Sverige. Tanken är att rapporten ska kunna användas som kunskapsunderlag för en framtida handlingsplan för vattenbruk på västkusten. Syftet är även att stärka kunskapsutbytet mellan den fiskodlingsrelaterade forskningen, beslutsfattande organ och privata entreprenörer för att främja konkurrenskraftiga maritima innovationer.

Genom att använda en urvalsmodell för potentiella odlingsbara marina fiskarter på västkusten kunde ett antal fallstudier med de utvalda kandidaterna och deras odlingspotential analyseras tillsammans med de abiotiska förhållandena på den svenska västkusten. Rapporten fokuserar i huvudsak på odlingspotential för matfiskproduktion men även andra mervärden tas i beaktande.

Urval av arter

Metod

Liknande studier för förutsättningar för marin fiskodling har genomförts tidigare i flera länder, bland annat i Frankrike [2], Canada [3], Norge [4] och Finland [5]. Dessa studier har dock olika inriktningar och är baserade antingen på strikt vetenskapliga angreppssätt, fokuserade på specifika odlingstekniker och miljöförutsättningar eller på existerande näringsintressen. I denna rapport används en bred, pragmatisk strategi, som både tar in odlingsbiologiska och ekonomiska parametrar där en potentiell framtida näring sätts i fokus.

Steg 1: Svenska marina arter

Basmaterialen i urvalsprocessen var Artdatabankens register över ”svenska marina arter” med reproducerande bestånd i Västra Götaland, Halland och Skånes län ut. Denna lista innehöll även lax, öring och sik men då öring och lax har delar av sin livscykel i sötvatten och sik inte är utbredd på den svenska västkusten valdes dessa arter bort eftersom målet var att hitta fiskarter för marin odling. Steg 1 resulterade i en lista på 97 arter.

Steg 2: Kommersiellt lovande arter

Arterna från steg 1 utvärderades utifrån ett kommersiellt perspektiv. Olika faktorer kan användas för att avgöra detta, såsom konsumtionsvärde eller marknadsvärde. Det senare valdes till slut som urvalskriterium och togs fram som det pris som registrerade förstahandsmottagare (t.ex. fiskeauktionerna och andra fiskehandelsbolag) betalar. Statistik på dessa så kallade avräkningsnoter ansvarar Havs- och vattenmyndigheten för och baseras på det pris som fiskaren får för hel fisk [6]. För att göra en bedömning om vilka arter som kan betraktas som kommersiellt lovande, har arternas marknadsvärde jämförts med produktionskostnaden för lax. Lax bedöms vara en art för vilken odling och produktionskostnad har optimerats. Detta ger därmed en fingervisning om minimikostnaden för odling även av andra fiskarter. 2010 var odlingskostnaden för lax i Norge cirka 23 SEK/kg helfisk [7]. Arter med ett marknadspris avsevärt lägre än denna odlingskostnad bedömdes som svåra att få lönsamma. Denna produktionskostnad stämmer också väl överens med den för torsk i kassodling (cirka 21 SEK/kg) [8]. Ett minimi-marknadspris på 20 SEK/kg helfisk användes som gräns för kategorin ”kommersiellt lovande arter” (Tabell 1).

Tabell 1. Marknadspris för de marina fiskarter som har ett kg-pris >20 SEK. Prisuppgifterna kommer från Havs- och vattenmyndigheten och avser det pris som registrerade förstahandsmottagare (t.ex. fiskeauktionerna) betalar för hel fisk.

Svenskt namn	Latinskt namn	SEK/kg hel fisk
Hälleflundra	<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	106
Tunga	<i>Solea solea</i>	106
Marulk	<i>Lophius piscatorius</i>	86
Piggvar	<i>Scophthalmus maximus</i>	68
Slätvar	<i>Scophthalmus rhombus</i>	61
Havskatt	<i>Anarhichas lupus, A. minor</i>	53
Ål, Gulål, Blankål	<i>Anguilla anguilla</i>	51
Makrill	<i>Scomber scombrus</i>	51
Rödtunga	<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	47
Bergtung	<i>Microstomus kitt</i>	46
Lubb	<i>Brosme brosme</i>	41
Sjurygg	<i>Cyclopterus lumpus</i>	35
Lyrtsk	<i>Pollachius pollachius</i>	27
Fjärsing	<i>Trachinus draco</i>	27
Kummel	<i>Merluccius merluccius</i>	26
Långa	<i>Molva molva</i>	24
Rödspätta	<i>Pleuronectes platessa</i>	20

Steg 3: Odlingspotential/kunskapsläge

Nästa steg i urvalet byggde på behovet av specifik kunskap om artens odlingsbiologi för att kunna etablera framgångsrik odling. För detta gjordes en bedömning om det finns information nog för respektive art för att uppnå en sluten odlingscykel, dvs. kunskap om könsmognad och lek, kläckning och larvuppfödning, samt tillväxt, hälsa och välfärd för juveniler och adulter i matfiskodling. Utöver de arter som är listade i Tabell 1 bedömdes även torsk. Att torsk togs med trots sitt låga kg-pris (16 SEK) beror på att man det senaste årtiondet kommit långt med torskodling i Norge samt att SLU (Sveriges lantbruksuniversitet) år 2005 gjorde en detaljerad utredning om möjligheterna för torskodling i Sverige [8]. Den information som finns framtagen för torsk kan eventuellt även appliceras på andra torskfiskar som lyrtorsk, vilket är den svensklandad art inom familjen torskfiskar som under 2010 hade högst kg-pris. Informationskällor som har använts vid steg tre är böcker, artiklar samt en del opublicerad information på internet. De kommersiellt lovande arterna har också delats in efter ordning och familj eftersom de oftast har liknande odlingsförutsättningar och kan komma att kräva liknande tekniska odlingslösningar. Ål togs bort ur vidare analys trots att den finns i odling, då ålodling fortfarande är beroende av fångst av vilda yngel och livscykeln i odling därför inte är stängd. Utifrån ovan nämnda resonemang har de blåmarkerade arterna (kandidatarter) i Tabell 2 tagits vidare till djupstudier. Övriga arter har delats in i kategorierna ”lovande”, ”ej lovande” samt ”ej bedömningsbara”. Lovande arter är de för vilka inga avgörande problem framkommit samt att det finns viss dokumenterad kunskap om arten men som i dagsläget inte bedöms som tillräcklig för kommersiell odling. Ej lovande är de, där kunskapen visar på komplicerade eller problematiska delar i odlingscykeln. Ej bedömningsbara arter är arter för vilka tillräcklig dokumenterad information saknas för bedömning av artens odlingspotential.

Steg 4: Djupstudier

De arter som framkom som mest lovande och därmed utgjorde kandidater för djupstudier var: torsk, lyrtorsk, hälleflundra, piggvar, tunga samt havskatt. För arter som ingår i samma familj beskrivs generella odlingsförhållanden gemensamt för alla arterna, och dessutom specifika delar separat i de fall där arternas förutsättningar skiljer sig åt, t.ex. i tillväxthastigheter och marknadsstorlekar. I djupstudierna inkluderades följande faktorer: Ekologi, livsmiljö, hotstatus, fångsutveckling, marknad, kommersiell användning och vidare information om odling så som odlingssystem, vattenkvalitet, odlingsmiljö, fortplantning, tillväxt, överlevnad, sjukdomar samt foder.

BIOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR MARIN FISKODLING
URVAL AV ARTER

Tabell 2: Tillgänglig livscykelinformation och kategorisering av svenska marina arter som under 2010 hade ett kg-pris >20 SEK för registrerade förstahandsmottagare, samt torsk (kg-pris 16 SEK hos registrerade förstahandsmottagare). Blåmarkerade arter är arter som är intressanta för vidare djupstudier inom analysen för potentiella nya kandidater för odling på svenska västkusten. X=kunskap finns, (X)=en del kunskap finns, men troligen inte tillräckligt, - kunskap saknas, (-)=enstaka detaljer finns men inte tillräckligt för kommersiell odling.

Ordning	Familj	Latinskt namn	Svenskt namn	Lek	Larver	Tillväxt	Kategori
Gadiformes	Gadidae	<i>Gadus morhua</i>	Torsk	x	x	x	Kandidat
		<i>Pollachius pollachius</i>	Lyrorsk	x	(x)	x	Kandidat
	Lotidae	<i>Molva molva</i>	Långa	-	-	-	Ej bedömningsbar
		<i>Brosme brosme</i>	Lubb	-	-	-	Ej bedömningsbar
	Merlucciidae	<i>Merluccius merluccius</i>	Kummel	(-)	(-)	(-)	Lovande
Pleuronectiformes	Pleuronectidae	<i>Pleuronectes platessa</i>	Rödspätta	-	(-)	(-)	Ej bedömningsbar
		<i>Microstomus kitt</i>	Bergtung	(x)	(x)	-	Lovande
		<i>Glyptocephalus cynoglossus</i>	Rödtunga	(x)	(x)	-	Ej lovande
		<i>Hippoglossus hippoglossus</i>	Hälleflundra	x	x	x	Kandidat
	Scophthalmidae	<i>Scophthalmus maximus</i>	Piggvar	x	x	x	Kandidat
		<i>Scophthalmus rhombus</i>	Slätvar	(-)	(-)	(x)	Ej bedömningsbar
Soleidae	<i>Solea solea</i>	Tunga	x	x	x	Kandidat	
Lophiiformes	Lophiidae	<i>Lophius piscatorius</i>	Marulk	-	-	(-)	Ej bedömningsbar
Perciformes	Anadichadidae	<i>Anarhichas lupus</i> , <i>A.minor</i>	Havskatt	x	x	x	Kandidat
	Trachinidae	<i>Trachinus draco</i>	Fjärsing	(-)	-	(x)	Ej bedömningsbar
	Scombridae	<i>Scomber scombrus</i>	Makrill	(x)	(x)	(x)	Ej lovande
Scorpaeniformes	Cyclopteridae	<i>Cyclopterus lumpus</i>	Sjurygg	(x)	(x)	(x)	Lovande
Anguilliformes	Anguillidae	<i>Anguilla anguilla</i>	Ål	-	-	x	Yngelbrist

Hälleflundra

Hippoglossus hippoglossus



Figur 1. Hälleflundra, en marin kallvattensart.

Fördelar

Högt kg-pris.
Mycket kunskap finns i Norge.

Nackdelar

Avelsprogram saknas.
Foder inte tillräckligt utvecklat.
Könsmognad innan marknadsstorlek.
Hanar växer sämre än honor.
Känslig för höga temperaturer.

Utvecklingsområden

Finna lämpliga lokaler, avelsprogram, stabila honpopulationer och foderutveckling.

Odlas kommersiellt

Norge och Storbritannien.



Korta fakta om hälleflundra och hälleflundraodling

Marknadsstorlek: 3-5 kg vid en ålder av 2,5 - 3,5 år.

Pris för förstahandsmottagare 2011: 127 kr/kg hel fisk.

Vidareförädling/mervärden: Säljs enbart som matfisk.

Odlingsstatus: Odlas kommersiellt i Norge och Scotland.

Fiske: Minskande fångster 1950-1995, därefter något ökande fångster.

Hotstatus: Hotad både enligt IUCN och artdatabanken, totalförbud för fiske vid Island.

Yngeltillgång: Ja, från Norge.

Lek: Strykning eller låta honan naturligt släppa sina ägg.

Lek utanför säsong: Ja.

Rominkubering: Cirka 2 veckor.

Larvstadiet: Små larver som inte kan äta torrfoder från start.

Dominanshierarkier: Undviks genom att hålla täta bestånd.

Tillväxtspridning: Ja, växer i ojämn takt, speciellt honor/hanar.

Könsmognad: Hanar kan mogna före marknadsstorlek, honor mycket senare.

Mortalitet: Främst vid första *Artemia* matningen och vid övergången till torrfoder.

Foder: Berikad *Artemia*, sedan torrfoder.

Odlingsmiljö: Helt eller delvis landbaserade system, temperatur mellan 7 och 15°C (storleksberoende).

Vattenkvalitet: 8-10°C under sista delen av tillväxten, varmare temperaturer den första tiden.

Avelsprogram: Saknas.

Generell information

Hälleflundran (*Hippoglossus hippoglossus*) är den största plattfischen, den kan bli 50 år gammal, väga 300 kg och vara över 4 m lång [9]. Den är lätt att känna igen med sin brunaktiga gråfläckiga ovasida, vita undersida, stora mun och är en av få plattfiskar med konkav stjärtfena. Den odlade hälleflundran är oftast mörkare än den vilda. Hälleflundran är så nära släkt med Stillahavshälleflundran (*Hippoglossus stenolepis*) att dessa är svåra att skilja åt utan genetiska test. Stillahavshälleflundran uppnår dock aldrig samma storlek. Enligt Svensk Fisk, är mycket av det som i Sverige säljs som hälleflundra egentligen Stillahavshälleflundra. Hälleflundran har fast, vitt och skivigt kött och räknas som en mycket god matfisk [10].

Ekologi och livsmiljö

Hälleflundran rör sig mestadels på djupa bottenar (50-2000m) men kan även röra sig i grundare vatten för att söka föda. Speciellt unga individer påträffas vid kusterna [11]. Arten jagar oftast simmande på högkant och äter fisk, bläckfisk, kräftdjur, blötdjur och andra ryggradslösa bottenlevande djur. Den påträffas i svenska vatten mestadels i Skagerrak och Kattegatt och är endast en tillfällig gäst i sydvästra Östersjön. Den fångas oftast på sten och sandbottenar [10].

Status och hot

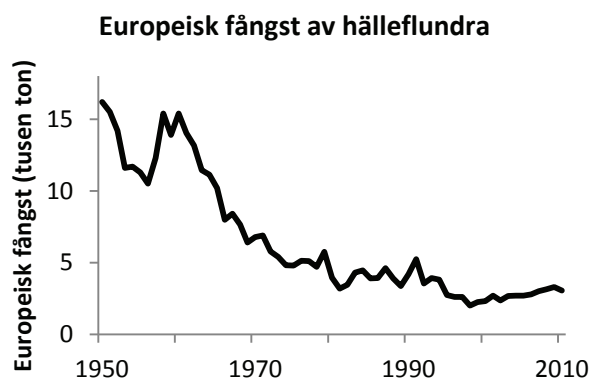
Hälleflundran är en hotad art enligt IUCN och artdatabanken [12, 13]. Den finns även med på WWFs röda "låt bli" kategori. Den MSC-märkta hälleflundran hamnar under WWF kategorin "smaklig måltid". Man bör vara observant på att WWF även har den odlade hälleflundran med på sin gula lista (kategori "var försiktig med") [14]. Därmed finns det en risk att odlad hälleflundra inte når konsumenten som bara vill äta WWF-listad miljövänlig fisk.

Fiske och fångstutveckling

Hälleflundran fångas med trål eller krok. Enligt artdatabanken har hälleflundran genom hård exploatering minskat med minst 50 % sedan 1950 talet [12]. FN:s livsmedel och jordbruksorganisation (FAO) har en underavdelning för fiske och vattenbruk som samordnar statistik på världens totala fiskfångst och fiskodling i den officiella databasen Fishstat [15]. Databasen bygger på nationers och enskilda fiskares förmåga och vilja att rapportera. Trots rapporteringsbrister anses Fishstat ge den mest kompletta bilden över fångst och odlingsutveckling. I denna statistik kan man se en minskad fångstutveckling för hälleflundra sedan 1950 talet (Fig. 2). Långsam tillväxt och sen könsmodnad bidrar till att hälleflundrabestånd har svårt att återhämta sig. Könsmodna individer har inte fångats i västerhavet på lång tid [12].

Marknad

Hälleflundran är den allra dyraste svenska marina matfisken enligt Havs- och Vattenmyndighetens data från registrerade förstahandsmottagare. I figur 3 redovisas såld hälleflundra i Sverige tillsammans med kg-priset för förstahandsmottagaren.



Figur 2: Europeisk fångst av hälleflundra enligt data extraherad ur Fishstat[15]. Island och Norge står för merparten av hälleflundrafångsterna i Europa. Sedan 2011 är hälleflundrafiske vid Island totalförbjudet.

Kommersiell användning

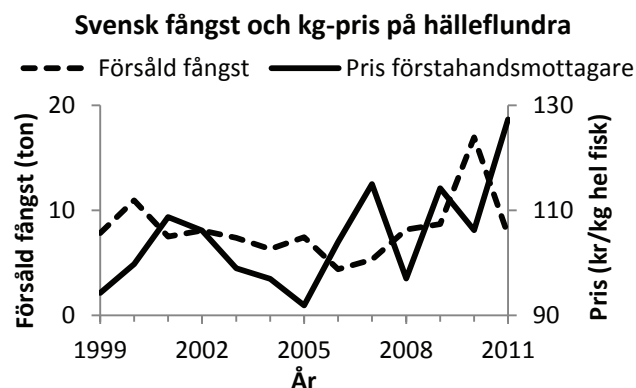
Hälleflundran odlas endast för matfiskproduktion. Den äts oftast som kotlett eller filé samt att huvudet kan säljas till produktion av fond/buljong. Precis vid fenan sitter en omega3-rik kötttrand som anses mycket exklusiv [16]. Filéutbytet ligger på 61,3 % men sjunker ned mot 50 % för köns mogna individer [17]. När man slaktar hälleflundra startar den en naturlig slemproduktion som skyddar fisken bra vid transport. Hälleflundra som hålls på is efter slaktning har hela två veckors hållbarhet, vilket gör den till en enkel fisk att transportera/exportera även om man vill undvika infrysning [11].

Odling

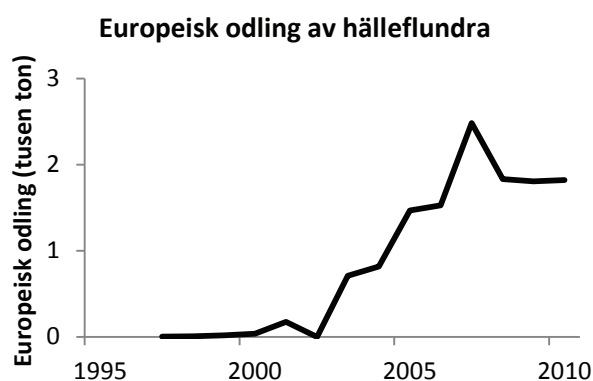
I mitten av 70-talet påbörjades de första seriösa försöken med hälleflundraodling. Idag odlas hälleflundra kommersiellt i Norge och Scotland enligt FAO. Tidigare fanns även odling på Island men företaget Fiskey, som producerade juveniler för vidareodling, gick i konkurs under 2011. Försöksodlingar finns i även i Canada och USA men dessa länder har inga rapporterade kommersiella odlingar enligt FAO. Sterling™ White Halibut tillhör Marine Harvest och är specialiserade på hälleflundraodling i Norge och gör idag vinst på sin hälleflundraodling, vilket anses ovanligt för en art som odlats under så kort tid [18]. På deras hemsida finns också mycket relevant och i dagsläget aktuell information [19]. Produktionskostnaden för hälleflundra har redovisats i facklitteratur, men dessa data är inte aktuella och i Norge finns idag ingen samlad bild över produktionskostnaden på samma sätt som det finns för lax. Det stabila och höga kg-priset ger dock utrymme för lite högre produktionskostnader än vad man kan ha för många andra arter.

Odlingssystem

Hälleflundraodling är alltid delvis, eller helt, landbaserad. Larvperioden sker alltid på land, medan den senare tillväxten antingen fortsätts på land eller flyttas ut till nätburar i havet. Burarna man använder sig av måste ha flata bottenar så att hälleflundran kan ligga på botten och man kan öka liggytan genom att ha hyllsystem. Överlevnad i landbaserade anläggningar är generellt något större än i havsbaserade nätburar. Hälleflundra kan tillväxa i olika typer av kar så som t.ex. grunda "raceways" eller runda/ rektangulära kar. Hälleflundra har odlats i många olika typer av material som exempelvis fiberglas, betong och polyetylen. Tillväxten i juvenilstadiet (25-250 g) kan förbättras om hälleflundran får gå i lite djupare tankar där aggressioner och kollisioner vid matning sker i mindre utsträckning. Djupa (1,2-3 m) cirkulära kar (5-15 m i diameter) med



Figur 3: Fångst och kg-pris på hälleflundra landad i Sverige. Siffrorna är hämtade från Havs- och vattenmyndigheten och avser summan av den årliga försålda fångsten samt det årsmedelpris för hel fisk som betalas av en registrerad förstahandsmottagare [6]. Hälleflundran har länge haft ett högt kg-pris och dessutom har priset ökat mellan 1999 och 2011 med 35,0% vilket var mer än inflationen under samma period (20,6 %).



Figur 4. Europeisk odling av hälleflundra enligt data extraherad från FAO [15]. Norge, Storbritannien och Island är/ har varit producenter. Norge har stått för 75-95 % av den årliga rapporterade hälleflundraproduktionen sedan 2004.

hyllsystem anses väldigt effektivt [20]. Karen bör städas varje dag. Hälleflundran vill gärna gräva ner sig och för att undvika slitskador så det är bra att ha ett bottensubstrat, t.ex. grus eller plastnät. Hälleflundran ogillar starkt ljus och kan skadas av direkt solljus om den går i grunda kar utomhus [11]. Vid hälleflundraodling i burar i havet måste det finnas en rigid bas så att näthägnet inte snedvrids och bågvar när buren är full av fisk. En deformerad bur kan skapa utrymmer för revir vilket kan leda till aggressioner hos fisken. Dessutom blir det svårare att få en jämn födodistribution. Botten bör vara 6-15 mm nät medan sidorna kan bestå av 22 mm nät. En mindre nätstorlek på botten kan minska mängden födoöverskott eftersom hälleflundran gärna äter på botten. Predatorskydd är viktigt eftersom hälleflundran kommer ligga på botten av buren och det händer att den utsätts för attacker av t.ex. säl [20]. Vågor ökar simaktiviteten så buren bör ligga i ett lugnt område. Å andra sidan kan ett område med strömt vatten vara bra eftersom höga vattentemperaturer sällan uppnås på sådana ställen. Att hitta lämpliga ytvattenslokaler för hälleflundraodling kan vara problematiskt. Utanför New Hampshire, USA, cirka 15 km från kusten har man prövat att låta hälleflundran tillväxa i tillslutna kassar 18 m under vattenytan. Hälleflundror sattes ut vid 1,5 års ålder (cirka 100 g) och skördades efter 2,5 år till havs [21]. På projektets hemsida kan man se filmer och bilder på odlingen [22].



Figur 5. Strykning av könsmogen hälleflundra vid hälleflundraodlingen Fiskey, Island. Foto Heiddís Smáradóttir.

Vattenkvalitet

Hälleflundran klarar temperaturer från $-1,3^{\circ}\text{C}$ till 20°C (beroende på näringstillförsel och syrehalt). Den optimala temperaturen minskar med ökande storlek: $12-15^{\circ}$ för hälleflundra <50 g, $10-12^{\circ}\text{C}$ för $50-500$ g och $8-10^{\circ}\text{C}$ för fisk >500 g [23]. Hälleflundran kan växa i olika salthalter och försök har visat att salthalter så låga som 15 ‰ kan ge bättre tillväxt än normal havssalthalt (32 ‰) [24]. Den ojoniserade ammoniakhalten ($\text{NH}_3\text{-N}$) skall vara under $0,05$ mg/l, pH 7,2-8, löst syrgas (O_2) >6 mg/l och löst koldioxid (CO_2) <20 mg/l [20]. Vid inomhusodling anses 18 ljusstimmar per dygn optimalt [11].

Odlingsmiljö

Optimal täthet ökar med individerna storlek. En 1 kg hälleflundra, växer bra i täthet 50 kg/ m^2 medan en 0-10 g fisk endast bör gå i täthet med 5 kg/ m^2 [20]. Vattenutbytet förändras också under tillväxten, det är lämpligt att ha som störst vattenutbyte vid kläckning för att sedan succesivt minskas det under uppväxten.

Fortplantning

Leken hos vilda bestånd sker vintertid på 300 till 900 meters djup, där honan, beroende på storleken, kan lägga upp till 3 miljoner pelagiska ägg. I dag (2012) finns inget avelsprogram för hälleflundra och man använder sig fortfarande delvis av vild fisk som stamfisk i odlingar. Med hjälp av förändringar i ljusperioden kan man i odling styra leken till andra delar av året vilket medför yngelproduktion flera gånger/år [20].

Hälleflundran är en periodlekare vilket betyder att honan producerar och släpper mogna ägg flera gånger under en lekperiod på flera veckor. Man får ut äggen på två sätt, antingen genom strykning eller genom att samla

in naturligt lekta ägg i karet. För att få bra äggkvalité bör temperaturen vara under 8°C före och under tiden som leken pågår. Det normala mellanrummet mellan lekomgångarna är cirka 18 D° (dygnsgrader). Det kan vara svårt att veta när hälleflundran är strykmogen och därför är det viktigt att observera varje stamfisk när leken närmar sig. När man observerat första äggsläppet i karet beräknas 2-3 dygn (beroende på temperatur) till nästa lekning. En van hälleflundraodlare kan man bestämma mognaden genom att känna på buken [11].

Äggen befruktas med mjölke och förvaras sedan i mörka behållare. Desinficering (med t.ex. ozon) kan ske innan kläckning, vid 65-75 D°. Efter desinficeringen kan man exponera äggen för kontinuerligt ljus och vid 87 D° kan man stänga av ljuset - då kläcks samtliga individer samtidigt [11].

Tillväxt och överlevnad

Efter kläckning är larverna små (6-7 mm), de lever på sin gulesäck och är väldigt känsliga för störningar i temperatur, salt, ljus, vattenflöde och mekanisk stress. De svåraste stegen i hälleflundraodlingen är dels när larverna börjas matas och dels vid övergången till torrfoder. Stegen däremellan orsakar sällan stora problem. Överlevnaden från kläckning till övergången till torrfoder har varierat kraftigt, både 10 och 70 % har rapporterats [23].

Hälleflundra har en könsspecifik tillväxt där hanar mognar tidigare än honor. En vild hälleflundrahane mognar vid cirka 4-5 års ålder vid en storlek av cirka 1,7 kg medan honan mognar först vid 7-8 års ålder vid cirka 18 kg. I fiskodling, där den juvenila tillväxten är snabbare mognar hanen vid 2-3 års ålder när den har samma vikt (1,7 kg) som en mogen vild hane. De odlade honorna når mognad vid 5-6 års ålder då deras kroppsvikt är cirka 8 kg. I odling slaktar man ofta hälleflundran efter 3-4 år när den är mellan 2 och 7 kg [25]. Det här betyder att honor når marknadsstorlek innan könsmognad, men inte hanar. Könsmogen fisk undviks i odling på grund av den minskade somatiska tillväxten och försämrade filékvaliteten som pubertetsprocessen medför. Ojämn tillväxt mellan könen och för tidig könsmognad är vanligt hos flera odlingsbara fiskarter men hos hälleflundran är skillnaden ovanligt stor. Att styra könsutvecklingen med ljus och temperatur, som man gör med t.ex. lax, har inte fallit väl ut i hälleflundraodlingar bl.a. för att hälleflundra dåligt klarar de förhöjningar i temperatur som krävs [18]. För att få maximal tillväxt och undvika tidig könsmognad har man i Norge nyligen försökt ta fram odling av endast fenotypiska honor. Detta kan göras med hormonbehandling av yngelstadier, men inom EU är det inte tillåtet att hormonbehandla fisk som ska säljas vidare till matproduktion. Man har därför intresserat sig för att använda behandling med en aromatas-hämmare för att skapa så kallade neohanar vars avkommor endast blir honor [26]. Försöken har kommit en bit på väg, men eftersom bra genetiska könsmarkörer saknas vet man ännu inte säkert om man lyckats [18].

Sjukdomar och parasiter

Bakteriella infektioner orsakas främst av *Aeromonas salmonicida* och olika typer av *Vibrio* spp samt *Flexibacter ovolyticus*. Parasiter har rapporterats, t.ex. *Ichthybodo* spp, *Enterocytozoon* spp, *Trichodina hippoglossi*, *Lepeophtheirus hippoglossi* samt en del andra paratiserande copepoder. Vaccin finns testat mot *V. anguillarum* och *A. salmonicida*. Bland virala patogener orsakar nodavirus (NV) samt viral encephalopathy and retinopathy (VER) problem med infektioner i Norge, men även birnavirus och infectious pancreatic necrosis virus (IPNV) orsakar mortalitet [23, 27].

Foder och utfodring

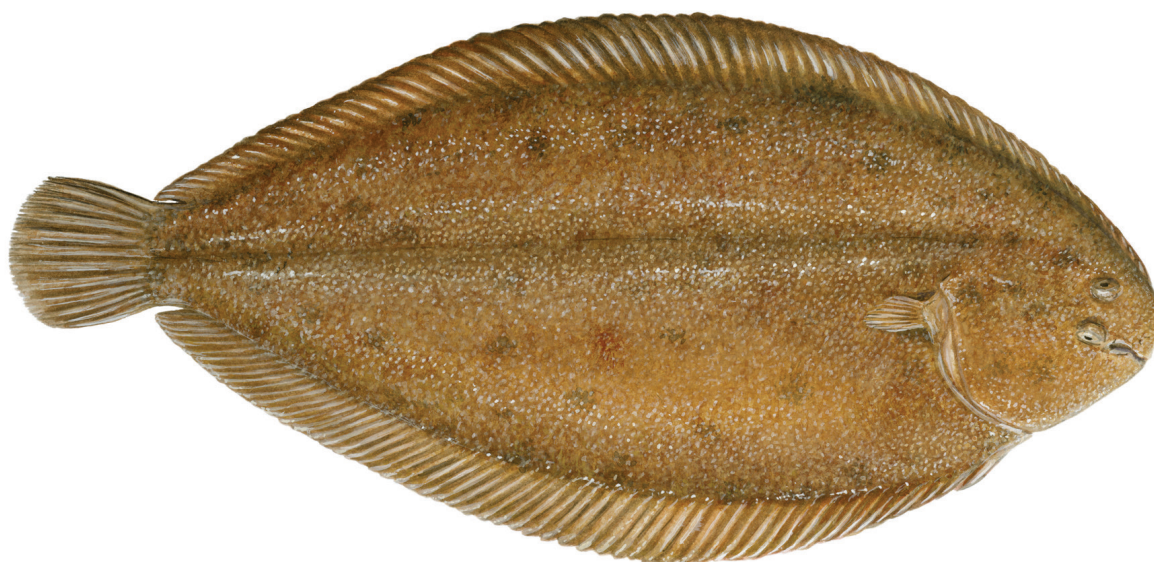
Matning kan påbörjas vid 260-270 dygnsgrader (D°) efter kläckning och den vanligaste födan är näringsberikad *Artemia* med ett högt DHA: EPA förhållande. Om *Artemian* är näringsfattig kan det leda till felpigmentering och ofullständig ögonvandring vid metamorfosen. Det isländska företaget Fiskey nådde under mitten av

-90 talet framgång i sin hälleflundraodling genom att berika sin *Artemia* med bl.a. marina oljor [23]. För att larverna skall kunna tillgodogöra sig föda, bör man tillsätta mikroalger till vattnet varje dag [11].

Efter metamorfosen kan man starta tillvänjning till torrfoder. Man kan antingen gå direkt på torrfoder alternativt mata med både torrfoder och *Artemia* samtidigt [11]. Torrfodret bör ha ett proteininnehåll mellan 45-63 % och en del kan komma från soja. Det är optimalt med ett 14% lipidinnehåll även om hälleflundran klarar upp till 25%. Hälleflundran är som art fiskätande och är dålig på att ta upp näring från kolhydrater. Långsamt sjunkande foderpelletar är att föredra för att säkra jämn födotillgång. Födofrekvensen minskar i takt med att fisken blir äldre och att temperaturen minskar [20]. Det finns idag kommersiellt hälleflundrafoder tillgängligt, men det finns fortfarande ett stort behov av foderutveckling. Stora hälleflundror (stamfisk) kan matas med vitaminberikad hel sill.

Tunga

Solea solea



Figur 6. Tunga, en marin varmvattensart.

Fördelar

Högt kg-pris.
Marknadsstorlek redan från 125 g.
Väl etablerad marknad men liten global odlingsproduktion - konkurrensen liten.

Nackdelar

Behöver varmare vatten än vad den svenska västkusten har.
Långsam tillväxt.
Behöver mycket yta för optimal tillväxt.

Utvecklingsområden

Optimering av foder, förbättring av yngelvård, avelsprogram och vaccinationer.

Odlas kommersiellt

Spanien, Italien och Portugal.



Korta fakta tunga och tungaodling

Marknadsstorlek: Från 125 g.

Pris för förstahandsmottagare 2011: 115 kr/kg hel fisk.

Vidareförädling/mervärden: Inga kända.

Odlingsstatus: Små produktionsanläggningar i Spanien, Portugal och Italien.

Fiske: Fångades som mest under tidigt 90-tal.

Hotstatus: Inte bedömd av IUCN och artdatabanken, WWF listar MSC-märkt tunga i sin "smaklig måltid"-kategori, men tycker man ska "låta bli" den trålade tungan.

Yngeltillgång: Troligen från Spanien.

Lek: Naturlig.

Lek utanför säsong: Ja.

Rominkubering: 4-5 dygn.

Larvstadiet: 4-5 mm larver.

Dominanshierarkier: Ovanligt.

Tillväxtspridning: Sker och därför kan man sortera fisken under tillväxtfasen.

Könsmognad: 3-4 års ålder i odling.

Mortalitet: Som störst vid övergången till torrfoder.

Foder: *Artemia* samt kommersiellt piggvärfoder.

Vattenkvalitet: Optimala temperaturen kring 19°C under tillväxtfasen.

Odlingsmiljö: Landbaserade system med recirkulerande vatten.

Avelsprogram: Troligen inte upprättat.

Generell information

Tungan är en avlång plattfisk som max blir 70 cm lång och 3 kg tung. Fiskens ögon sitter tätt ihop på den högra sidan av kroppen. Det finns två väldigt lika arter, tunga (*Solea solea*) och senegalesisk tunga (*S. senegalensis*) vilka båda odlas med liknande förhållanden med skillnaden att *S. senegalensis* har temperaturoptimum i något varmare vatten. På våra breddgrader finns endast *S. solea* vilken är den tunga man bör fokusera på i svensk odling. Handelsbeteckningen för *S. solea* är tunga eller sjötunga men på framförallt västkusten kallas den ofta för äkta tunga. Ibland förekommer det latinska namnet *S. vulgaris*, vilket är ett tidigare namn för *S. solea*.

Ekologi och livsmiljö

Tungan är en marin art som till viss del klarar brackvatten, men arten är endast en tillfällig gäst i Östersjön. Vuxna individer har ett brett temperaturspann, de leker i kalla temperaturer (från 8°C) och har inga problem att vistas i vatten upp till 23°C. Tungan lever ensam och gräver ofta ner sig i sandiga botten. Den äter andra bottenlevande arter som maskar, musslor och kräftdjur. Den lever på djup ner till 150 m, och likt många andra plattfiskar lever äldre individer på djupare vatten i jämförelse med de yngre [28]. Under lekperioden (april-juli) finns könsmogna individer på grundare vatten [29]. Artens viktigaste uppväxtområde är Vadehavet längs med den holländska, tyska och danska kusten [28].

Status och hot

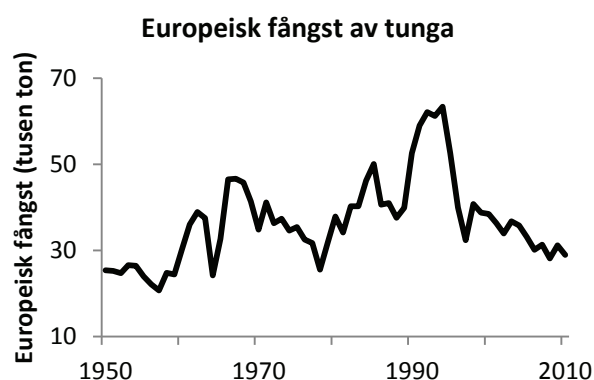
Tungan är inte bedömd av IUCN och artdatabanken. WWF listar MSC-märkt tunga under kategorin ”smaklig måltid”, medan icke-märkt tunga hamnar i kategorin ”låt bli” [14, 30, 31].

Fiske och fångstutveckling

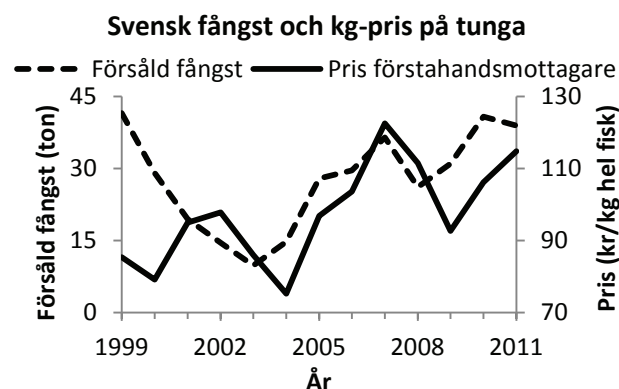
I figur 7 presenteras extraherad data från FAOs databas Fishstat. Fångsterna av tunga var som störst under 90-talet och har sen dess sjunkit med nära 50%. Tungafisket bedrivs som mest intensivt av Frankrike och Holland [15].

Marknad

Priset förstahandsmottagaren betalar för tunga var näst högst av alla svensklandade marina arter (efter hälleflundran) under 2011 med ett snittpris på 115 kr/kg. Tungan har också en väl etablerad Europeisk marknad, och är en av de allra mest uppskattade plattfiskarna.



Figur 7. Europeisk fångst av tunga enligt data extraherad från Fishstat [15]. Den Europeiska fångsten av tunga var som störst under tidigt 90-tal och har sedan dess minskat. Frankrike och Holland stod för sammanlagt 50-60% av den totala europeiska tungafångsten mellan 2005 och 2010.



Figur 8. Fångst och kg-pris på tunga landad i Sverige. Siffrorna är hämtade från Havs- och vattenmyndigheten och avser summan av den årliga försålda fångsten samt det årsmedelpris för hel fisk som betalas av en registrerad förstahandsmottagare [6]. Priset på tunga har länge varit högt men något fluktuerande. Under 2011 var priset på tunga 29,4% högre än 1999 vilket kan jämföras med inflationen som under samma period var 20,6%.

Kommersiell användning

Tungan används endast som livsmedel. Den har ett lågt filéutbyte på endast 30-35% [23].

Odling

Tunga har under lång tid ansetts som en lovande art för odling på grund av dess popularitet som matfisk och sitt därmed höga kg-pris. Men trots många år av forskning och industriellt intresse är den globala odlingsproduktionen för tunga inte i närheten av de volymer man kommit upp till med andra plattfiskar som piggvar och hälleflundra. Detta kan bero på tungans långsamma tillväxt, att dess optimala tillväxt sker vid låga tätheter samt problem med sjukdomsutbrott under larvstadiet [32-34]. Även odlingen av den senegalensiska tungan går trögt [15]. I jämförelse med de andra plattfiskarna som är medtagna som kandidatfiskar för odling, finns det mindre information om tungaodling. Detta beror troligen på att det i dagsläget finns ett så begränsat antal kommersiella odlare, samtliga placerade i Sydeuropa [15]. I Holland bedrevs tidigare en kommersiell tungaodling i grunda "raceways" med recirkulerande system. Sedan företaget som bedrev odlingen gick i konkurs har anläggningen tagits över av ett holländskt forskningsinstitut (IMARES). IMARES bedriver idag flertalet studier för att maximera tillväxten på tungan.

Odlingssystem

Arten växer som bäst i temperaturer runt 19°C, och odlas vanligtvis i landbaserade, recirkulerande system. Recirkulerande system verkar även kunna minska risken för vissa sjukdomsutbrott. Tankar av betong eller fiberglas är vanligt, liksom grunda "raceways" med djup <35 cm [35].

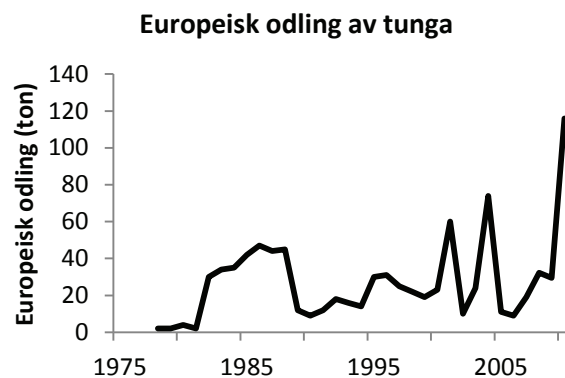
Vattenkvalitet

Tillväxtfasen sker oftast i landbaserade bassänger med temperaturer kring $19 \pm 3^\circ\text{C}$ [23]. Arten är inte strikt marin utan kan också hållas vid lägre salthalter. Den odlas dock sällan i salthalter under 25‰ [35]. Det finns ingen eller begränsad information om optimala pH-, syrgas- och ammoniak-halter.

Odlingsmiljö

Publicerade försök har visat att den optimala täthetsdensiteten för tunga är så låg som 7,4 kg/m² vilket motsvarar 100-120% bottentäckning [34]. Enligt forskare vid IMARES kan man idag odla tungan tätare, med 18 kg/m², vilket dock fortfarande är långt ifrån de tätheter man kan ha med andra plattfiskar som hälleflundra och piggvar (50 och 45 kg/m² respektive).

Stamfisken är oftast vild och kan gå i tätheter av 0,6-3 kg/m³, tankarna bör vara minst 10 m³ och temperaturen skall hållas mellan 8 och 12°C [36].



Figur 9. Europeisk odling av tunga har än så länge inte uppnått betydande produktionsvolymer. Portugal, Spanien och Italien är de enda producentländerna. Produktionen har varit ojämn och först när Spanien började odla tunga under 2009 fick man upp produktionsmängderna följande år. Redan ett år efter Spaniens etablering stod de för 83% av den totala Europeiska odlingsproduktionen av tunga [15].

Fortplantning

Vild tunga leker när vattentemperaturen är cirka 8-12°C vilket kan vara under vintern eller början av våren beroende på breddgrad [36]. Odlad tunga kan leka olika delar av året genom att man styr ljus och temperaturförhållandena i produktionslokalerna [36]. Under lekperioden skall stamfiskarna hållas i temperaturer mellan 8-12°C. Tungan leker naturligt i fångenskap genom att hanen lägger sig under honan och sedan simmar som tillsammans mot vattenytan. Leken sker nattetid och följande morgon samlas äggen in [37]. Lekperioden pågår under flera veckors tid [35]. Ägginkuberingen sker bäst vid högre temperatur än leken, cirka 13-15°C. Äggen är cirka 1,0 -1,6 mm. Inkuberingstankarna kan vara antingen cirkulära eller rektangulära. Äggen kläcks efter cirka 4-5 dygn (vid 13°C) och larverna är då cirka 4-5 mm. När larverna kläcks kan de gå i temperatur mellan 19-24°C de första 60 dagarna [23].

Tillväxt och överlevnad

Fertiliseringsframgången är enligt olika rapporter 50-100% och inkuberingsöverlevnaden 30-80%. Larvöverlevnad vid övergång till torrfoder ligger på 40-80%. Metamorfofen passerar generellt enklare än för många andra plattfiskar [23].

Tungan växer förhållandevis långsamt vilket i viss mån kan kompenseras av den låga marknadsvikten (från 125g) vilket uppnås på 1-2 års tid i odling [23]. Dock är det inte alla marknader som efterfrågar liten tunga, utan många länder (inklusive Sverige) vill ofta ha den i större storlek. Försök gjorda av IMARES har visat att man inom 2-3 år kan få odlad tunga att bli 300g, men detta är data från vilda föräldrar. Idag är man igång med sin första fortplantning med användandet av odlade stamfiskar och tillväxten förväntas öka. Honor växer 1,5 ggr snabbare än hanar och blir också större. Enligt forskare på det holländska institutet IMARES är det idag inget problem med att fisken når könsmognad innan marknadsstorlek, men det är inte omöjligt att sådana problem kommer i framtiden när man lyckats driva tillväxten mer [38].

Sjukdomar och parasiter

Pasteruellosis, Vibrosis och Flexibacteriosis är de vanligaste sjukdomstyperna i tungaodling. Pasteurellosis är vanligare kring medelhavet medan Flexibacteriosis är det största problemet på nordligare kallare odlingar. Utbrotten verkar mindre frekventa i recirkulerande system, där istället ciliater och dinoflagellater verkar orsaka vissa bekymmer [35].

Foder och utfodring

Larverna kan matas med nykläckt *Artemia*. Så länge *Artemian* är rik på eikosapentaensyra (20:5 n – 3) så behöver den inte berikas. Övergången till torrfoder kan starta från 10 till 40 dygn efter kläckningen och man kan antingen välja att mixa in levande föda i början eller gå på kommersiellt foder direkt [36]. Oftast använder man sig av högkvalitativt kommersiellt foder framtaget för piggar [35].

Piggvar

Scophthalmus maximus



Figur 10. Piggvar, en marin varmvattensart.

Fördelar

Kina och Spanien har på kort tid nått stora produktionsmängder och därmed visat att storskalig piggvarsodling fungerar.

Nackdelar

Kräver tillgång till varmare vatten än vad den svenska västkusten har.

Kan i vissa fall uppnå könsmognad innan marknadsstorlek.

Utvecklingsområden

Förbättrat avelsprogram, odlingsystem för minskad foderförlust, vaccinationsprogram och yngelöverlevnad.

Odlas kommersiellt

Bland annat i Kina, Spanien och Frankrike.



Korta fakta piggyback och piggybacksodling

Marknadsstorlek: Från 0,5 kg till över 4 kg vilket uppnås från 1 år och äldre.

Pris för förstahandsmottagare 2011: 63 kr/kg hel fisk.

Vidareförädling/mervärden: Inga kända.

Odlingsstatus: Odlas alla främst i Kina. Spanien är den största europeiska producenten.

Fiske: Minskade fångster sedan slutet på 70-talet.

Hotstatus: Ej bedömd av IUCN och artdatabanken, WWF kategori "låt bli" medan den odlade piggybacken är placerad i kategorin "var försiktig med".

Yngeltillgång: Ja.

Lek: Naturlig lek eller strykning.

Lek utanför säsong: Ja.

Rominkubering: 3-7 dagar.

Larvstadiet: Små larver som bara äter levande föda den första tiden.

Dominanshierarkier: Okänt.

Tillväxtspridning: Sker och därför bör de sorteras två gånger under tillväxtfasen.

Könsmognad: 2-4 års ålder i odling, hanar mognar tidigare än honor.

Mortalitet: Merparten överlever inte kläckningen men sedan ökar överlevnadsgraden med ålder.

Foder: Kommersiellt piggybackfoder finns.

Vattenkvalitet: Väl syresatt vatten mellan 13-21°C.

Odlingsmiljö: Oftast landbaserade inomhussystem med recirkulerande vatten.

Avelsprogram: Upprättat i Frankrike på 90-talet men vilda individer tas fortfarande in.

Generell information

Piggvaren är en av de rundaste plattfiskarna med karaktäristiska piggar som är allra tätast vid huvudet. Piggarna är vanligast på ovansidan men kan också förekomma på undersidan. Arten har i förhållande till andra plattfiskar en stor mun. Dess naturliga färg varierar från grå till brun mot nästan svart. Undersidan är vit och kan ha bruna fläckar [39]. Det latinska namn som används av fishbase och FAO är *Scophthalmus maximus* men i många andra sammanhang används även det latinska namnet *Psetta maxima*.

Ekologi och livsmiljö

I svenska vatten hittas oftast piggvar med en storlek på 1-2 kg men rapporterad maxlängd och vikt är 100 cm och 25 kg. En piggvar kan leva i 25 år. Piggvaren är en relativt stationär fisk och av den anledningen verkar det finnas flera åtskilda populationer som inte beblandar sig. I Svarta havet finns en underart, *Scophthalmus maximus maeoticus*, vilken är en mycket populär matfisk i Turkiet [40].

Piggvaren finns i nordöstra Atlanten, från Marocko i syd till Island i Norr och är också vanligt förekommande i Medelhavet. Den tål brackvatten och påträffas hela vägen upp till Bottenviken [23]. Den lever på sand- sten- och lerbotten på djup mellan 20-70 m. Unga individer håller sig på grundare vatten medan de äldre lever djupare undantaget leken (april-augusti) då lekmogna individer vandrar in mot grundare vatten [39]. Vild piggvar äter andra bottenlevande arter som musslor, kräftor och annan fisk.

Status och hot

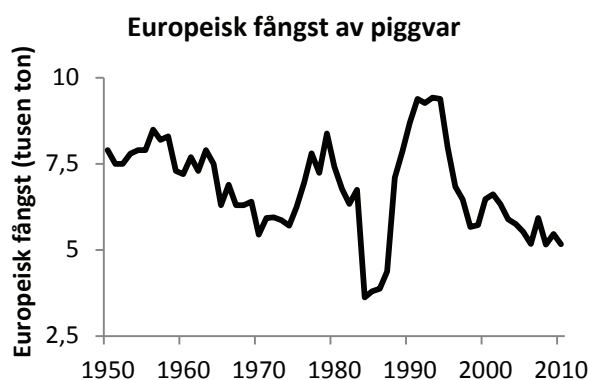
Den globala fångsten av piggvar har minskat de senaste åren och enligt WWF har bestånden minskat kraftigt i Skagerrak, Kattegatt och Nordsjön medan en viss återhämtning har observerats i Östersjön [41]. Piggvaren är inte bedömd på IUCN listan och den finns inte med på artdatabankens rödlista [30, 31]. WWF har den trälade piggvaren på sin röda kategori (=låt bli) och placerar odlad samt garnfiskad piggvar i gul kategori (= var försiktig med) [14].

Fiske och fångstutveckling

Enligt Fishstat var de Europeiska fångsterna av piggvar som störst under 90-talet. Holland är det land som fiskar mest piggvar i Europa. Under en period på 80-talet ser man en tydlig minskning i piggvarsfångsterna och vilket enbart beror på att det i databasen dessa år saknas information om det holländska piggvarsfisket (Fig. 11). Det är möjligt att Holland inte bedrev fiske under den tidsperioden, eller att det inte är rapporterat i Fishstat. Sedan toppåren på tidigt 90-tal har den Europeiska fångsten av piggvar nära halverats.

Marknad

Piggvaren är en mycket exklusiv matfisk, med ett fast vitt kött. Likt hos flertalet andra plattfiskar anses randen innanför fenorna vara allra godast. Priset som registrerade första-handsmottagare betalat har legat på ett snitt mellan 50 och 70 kr/kg de senaste åren vilket gör den till en av de bäst betalda fiskarterna i Sverige (Fig. 12). Endast hälleflundra, tunga och marulk hade under 2010 och 2011 ett högre kg-pris [6].



Figur 11. Europeisk fångst av piggvar enligt data extraherad från Fishstat [15]. Holland fiskar mest piggvar i världen och den nedgång i fångsten som man kan se 1984-1987 beror främst på att Holland denna period inte bedrev (eller rapporterade) något fiske på piggvar.

Kommersiell användning

Piggvars säljs främst som matfisk. Filéutbytet är 30% på fiskar av storlek 650 g men ökar sen till 45-55% för fiskar från 1,5 kg [23]. Likt andra plattfiskar minskar filéutbytet kraftigt när fisken blir könsmogen. EU och vissa nationer har valt att finansiera försöksutsättningar för att förstärka de vilda bestånden. Försök har visat att odlad piggvar som sätts ut i det vilda anpassar sig väl till naturlig föda inom några veckor och dödligheten verkar vara ungefär samma som i de vilda bestånden [42]. I Sverige idag bedrivs inga beståndutsättningar av piggvar.

Odling

Piggvar började diskuteras som odlingsart redan på 1970-talet på grund av sitt höga pris och sin snabba tillväxt [20]. Idag odlas piggvar med stor kommersiell framgång i Kina som trots sin korta tid på marknaden redan uppnår årliga produktionsvolymerna 10 gånger större än den globala fångsten. Spanien är enligt FAO den största Europeiska producenten och kommer upp i volymer kring 7000 ton årligen vilket är strax över den årliga globala fångsten av piggvar. I Norge finns en anläggning som producerar cirka 200 ton/år och som går med vinst, men denna produktion är inte rapporterad till i Fishstat [43].

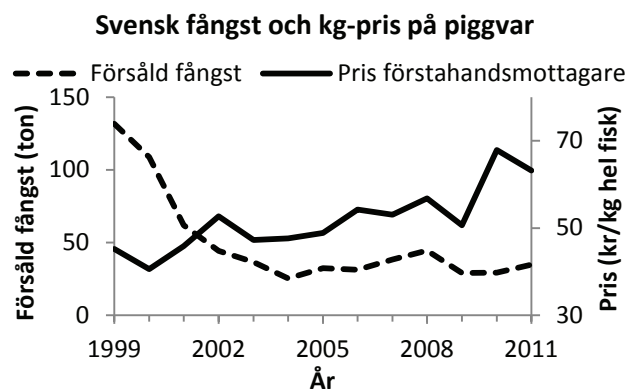
Odlingssystem

Flertalet länder odlar piggvar trots sina olika förutsättningar. Odlingsätten varierar något men de flesta Europeiska odlingar sker i landbaserade system. Piggvaren är en marin varmvattensart som under stora delar av livscykeln odlas i 16-21°C [44]. För odling i Sverige, betyder det att intaget havsvatten måste värmas under stora delar eller hela året [23]. Vid Stolt Sea Farms piggvarsodling i Norge använder man sig av överskottsvärme från ett lokalt smältverk.

De första delarna av livscykeln (inkubationen, larvstadiet och juvenilfasen) sker alltid inomhus och speciellt juvenilfasen kan ske inuti växthus [20, 45]. Man odlar ofta i stora grunda tankar av betong eller fiberglas alternativt "raceways". I den sista tillväxtfasen (från 20-30 g) kan piggvaren flyttas ut i nätburar, men det är ingen vanlig lösning. I stället sker oftast även den här delen av tillväxten inomhus i landbaserade system med recirkulerande vatten [20].

Vattenkvalitet

Tillväxten minskar kraftigt vid temperaturer under 14°C och över 20°C [46]. Men leken och inkubation sker i för arten kalla temperaturer, mellan 13 och 15°C. Larverna växer bra i 18-20°C och den optimala temperatu-

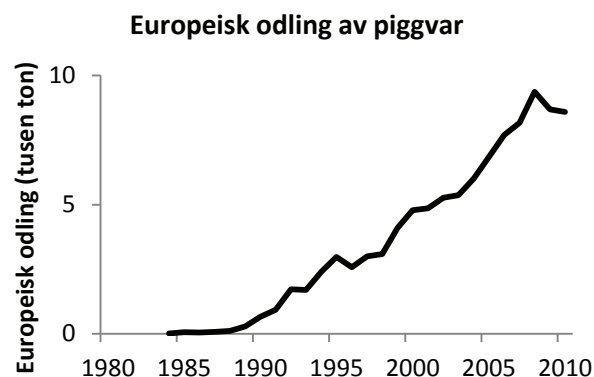


Figur 12. Fångst och kg-pris på piggvar landad i Sverige. Siffrorna är hämtade från Havs- och vattenmyndigheten och avser summan av den årliga försålda fångsten samt det årsmedelpris för hel fisk som betalas av en registrerad förstahandsmottagare [6]. Mellan 1999 och 2011 ökade piggvaren med 39,6% i kg-pris medan inflationen under samma period var 20,6%.



Figur 13. Landbaserad, recirkulerande piggvarsodling i Guangdong, Kina. Foto: Thrandur Björnsson.

ren sjunker sedan under hela tillväxten [20]. Temperaturen under tillväxtfasen brukar hållas mellan 16 och 18°C [20]. Arten klarar olika salthalter och har bra tillväxt i 18-19‰ [47]. Detta kan vara av fördel för odling i landbaserade system eftersom en del av vattenbehovet skulle kunna erhållas från andra vattenkällor än havet och tillåter t.ex. direkt blandning av kallt havsvatten och varmt sötvatten. Försök har visats att spermieaktiviteten och befruktningsframgången minskar kraftigt när salthalten närmar sig 7‰ och därför är så låga salthalter inte är att rekommendera [48]. Vid användning av vild piggvar som stamfisk kan det vara bra att tänka på att salthalten i odling bör vara liknande den salthalt som stamfisken fångats vid. Detta är en spekulering som grundar sig på vetenskapen att piggvaren är en relativt stationär fisk som troligen består av flertalet geografiskt åtskilda populationer [49]. Salttoleransen på individnivå skulle därför kunna vara snävare än salttoleransen på artnivå.



Figur 14. Europeisk odling av piggvar enligt data extraherad från Fishstat [15]. Spanien har stått för över 80% av produktionen under 2005-2011.

Syresättning är väl studerat i piggvarsodling. För maximal tillväxt måste syrgasnivån ligga på 6 mg/l, vid 3 mg/l slutar piggvaren att äta och om nivåerna blir så låga som 0,75-1,3 mg/l så dör individerna. Plötsliga förändringar av syrgashalten (chocker) resulterar i sämre tillväxt [46]. Om man har optimal vattenkvalitet och bra syresättning kan man ha totalt ammoniak-kväve på 5-6 mg/l eller 0,2 mg ammonium/l vid pH 7,5. Man bör dock hålla sig till en nivå av 2-3 mg ha totalt ammoniak-kväve/l för att vara på den säkra sidan [46]. I genomflödessystems måste man filtrera och sterilisera inflödande vattnet till tankarna för att undvika sjukdomar [20].

Odlingsmiljö

Juvenilfasen från cirka 1-3 g (3-4 månader efter kläckning) sker i kar eller "raceways" med ytor på 10-30 m² och 0,5-0,7 m djup. I recirkulerande system kan man ha en hög täthet, mellan 500 och 1000 fiskar/m² [20]. Här växer individerna till sig under 3-6 månader och flyttas sedan till kar/kassar optimerade för den sista tillväxtfasen.

Det finns mycket begränsad information om tillväxtfasen i nätburar i havet. Däremot vet man från landbaserade system att piggvaren under denna period klarar att växa tätt. Den kan ligga i upp till fyra lager och tätheten i de högproducerande odlingarna brukar vara 60-80 kg/m² för fiskar större än 750g. De mindre fiskarna (200-300 g) kan gå i tätheter av 30-35 kg/m² och mellanstorleken (300-750g) kan odlas i 45kg/m². Vissa fiskar simmar mot ytan när tankens täthet blir för hög [46]. För att optimalt tillgodose behovet av liggyta flyttar man fisk till större kar flera gånger under tillväxtperioden. Ett djup på 0,7 m eller grundare är vanligt [20]. Om fisken odlas utomhus måste man se till att täcka tankarna för att skydda fisken mot UV-strålning.

Fortplantning

Hos den vilda piggvaren blir honan könsmogen vid fyra års ålder och hanen något år tidigare. Honan kan lägga upp emot 15 miljoner romkorn om året och de 1 mm stora äggen kläcks cirka en vecka efter befruktning. Ynglen är då cirka 2,5 mm och driver med havsströmmarna. Under sin första sommar lever piggvaren i grundare vikar längs kusterna men fram emot hösten söker den sig utåt djupare vatten [50].

Den naturliga leken sker under sommarmånaderna (april-augusti) men med hjälp av ljusmanipulering kan

man styra könsmognaden till andra delar av året [20]. Man har också uppnått goda resultat med frysbevarad mjölke [51] vilket är det man mestadels använder sig av idag [20]. I odling mognar piggvaren tidigare än vild fisk, vid 2-4 års ålder, och hanar mognar tidigare än honor. Hanar har, i jämförelse med andra marina benciskar, generell dålig sperma, både med avseende på kvantitet och kvalitet. Honan däremot kan producera mellan 5-10 miljoner ägg i odling. Men honorna leker inte alltid varje säsong, ett beteende som verkar vara speciellt vanligt hos unga individer [23]. En hona leker spontant upp till 12 gånger under lekperioden, med 3-6 dagars intervall [20]. Ett avelsprogram upprättades i Frankrike redan på 90-talet men man använder sig fortfarande delvis av vild fisk som stamfisk [20].

I odling kan piggvaren både leka naturligt eller strykas, varav det senare är det vanligaste. Piggvaren leker naturligt i odling om rätt förutsättningar finns, dels bör stamfisken ha gått i kar under minst två år innan fortplantning och dessutom måste dessa kar vara stora och djupa (1,65m djup, 40 m³) med bottensubstrat. Vid strykning kan man för att underlätta arbetet ha mindre cirkulära tankar med 1 m djup, cirka 20-30 m³. Tätheten för lekfisken bör vara 3-6 kg/m³. Bästa temperaturen för lek är 13-15°C [20].

Man får observera honorna frekvent för att veta när det är dags för lek. När gonaden börjar resa sig och när honorna simmar rastlöst i karet så är det dags för strykning [45]. Vid naturlig lek samlas befruktade ägg, vid strykning mixas ägg och mjölke och havsvatten tillsätts först efter 5 minuter. Inkubationen sker i inkubatorer med 13-15°C (absoluta gränsvärden 9-17°C) och efter 3-7 dagar kläcks äggen. Larverna är cirka 2,7-3,1 mm långa och lever enbart på egna reserver de första dyggen, munnen öppnas inte förrän dygn tre [23].

Ett dygn efter kläckning flyttas larverna till 20-30 m³ tankar med en täthet av 20-30 larver/liter. Vattentemperaturen höjs succesivt till 18-20°C under några dygn [20]. Under de första dagarna tillsätter man alger till vattnet och under denna tid bör vattnet vara stillastående men senare har man oftast lite flöde.

Tillväxt och överlevnad

Kläckningsprocenten ligger på 30-40% och ungefär 60-80% av de kläckta larverna överlever övergången till torrfoder. Därefter överlever cirka 80% juvenilfasen [20]. Överlevnaden ökar med ålder och 92% av 4-månaders gamla juveniler överlever det första året [46, 51].

Om man ser till att piggvaren odlas vid sin storleksberoende optimaltemperatur kan den uppnå marknadsstorlek (cirka 2 kg) på 18-22 månader. I vissa varma länder som t.ex. Spanien kan vattentemperaturen bli för hög under sommarhalvåret vilket inte är gynnsamt för optimal tillväxt. Piggvaren tappar då aptit och slaktas lite tidigare än önskvärt, vilket resulterar i ett lägre kg-pris. För bäst kg-pris bör piggvaren uppnå mer än två kg och här kan det finnas en marknadsfördel för Nordeuropeiska piggvarsodlare [23].

Sjukdomar och parasiter

Arten anses ha moderat/låg känslighet mot sjukdomar men likt andra odlade arter kan sjukdomar orsaka problem. För att undkomma problem skall inkommande vatten UV-behandlas och steriliseras innan det når fiskarna [20]. De vanligaste bakterieangreppen är av *Aersomonas salmonicida* och *Streptococcus parauberis* [23]. Angrepp av *Vibrio anguillarum* förekommer men kan förebyggas med vaccination. Flera skinn- och gälparasiter har rapporterats. Virus som herpes, birna och IPNV kan angripa piggvaren i odling [23].

Foder och utfodring

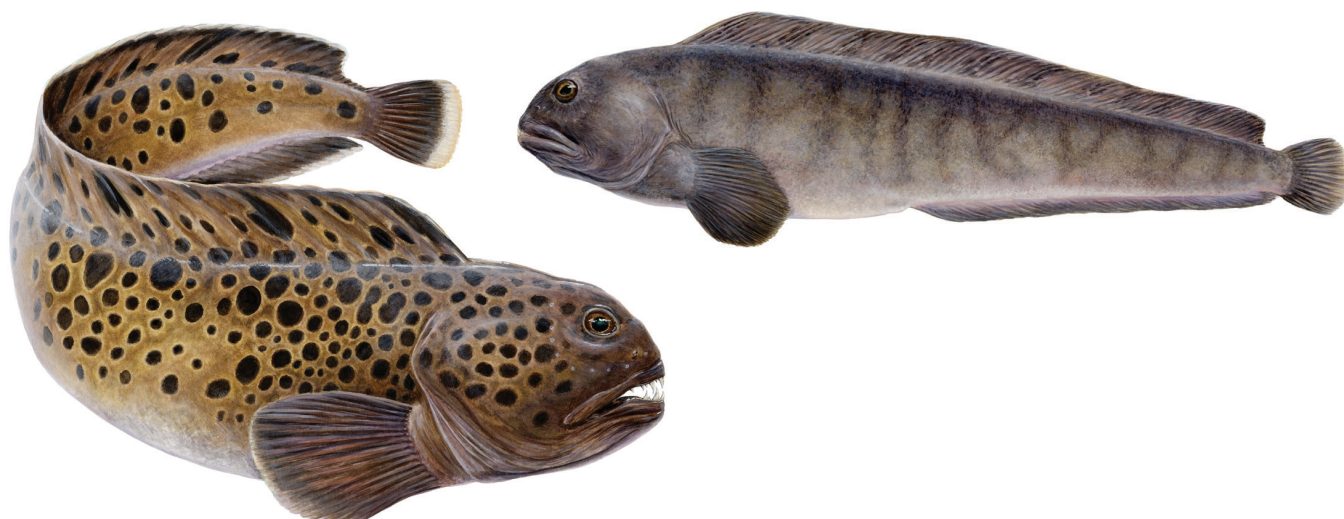
Ynglen lever på sina egna reserver de första dyggen och matas sedan med berikade rotiferer (hjuldjur) dag 3-10 efter kläckning och sedan väver man in berikad Artemia i födan. Kring dag 15 varvas lite torrfoder av li-

ten storlek in i matningen och efter dag 30 upphör *Artemia*-matningen helt och torrfoderbitarna är större. Vid övergången till torrfoder är det viktigt att mata i överflöd och att städa undan överskottet [20]. Försök i Kina har visat att man får bäst tillväxt och födoeffektivitet om utfodringen sker under eftermiddagen, 15.00–18.00 [52].

Stamfiskarna matas oftast med torrfoder men man bör även ge dem fisk eller specialiserade pellets med höga vitamin- och HUFA-halter [20].

Vanlig havskatt och fläckig havskatt

Anarhichas lupus och *Anarhichas minor*



Figur 15. Fläckig havskatt och vanlig havskatt, marina kallvattensarter.

Fördelar

Mervärde i form av skinnproduktion.
Mycket kunskap men få odlare.
Robust (fläckig havskatt).

Nackdelar

Komplex lek och lång inkubationstid.
Kräver kalla temperaturer.

Utvecklingsområden

Foder utfodring och odlingsmiljö.

Odlas kommersiellt

Norge (enstaka odlare).



Korta fakta havskatt och fläckig havskatt

Marknadsstorlek: 3-4 kg vid 3 års ålder.

Pris för förstahandsmottagare 2011: 48 kr/kg hel fisk.

Vidareförädling/mervärden: Skinn till textilindustrin.

Odlingsstatus: Liten kommersiell odling i Norge, försöksodlingar på Island och i Canada.

Fiske: Minskade fångster.

Hotstatus: Rödlistad på artdatabankens lista, WWF kategori "låt bli" (gäller vanlig havskatt).

Yngeltillgång: Ja, från Norge.

Lek: Komplicerad, i odling stryker man arterna.

Lek utanför säsong: Ja.

Rominkubering: Lång (upp till 4 månader).

Larvstadiet: Stora och välutvecklade individer vid kläckning.

Dominanshierarkier: Kan uppstå men undviks lätt.

Tillväxtspridning: Liten för fisk mellan 300g och 3,5 kg.

Könsmognad: Sen, efter marknadsstorlek.

Mortalitet: Låg efter startutfodring.

Foder: Larver äter torrfoder med en gång. Sammansättningen behöver utvecklas.

Vattenkvalitet: Kallvattensarter som tål varierande salthalter.

Odlingsmiljö: Trivs med höga tätheter vid låga temperaturer.

Avelsprogram: Drivs inte idag.

Generell information

Det finns tre olika arter havskatt i Atlanten: vanlig havskatt (*Anarhichas lupus*), fläckig havskatt (*A. minor*) och blå havskatt (*A. denticulatus*). Den vanliga havskatten är vanligt förekommande på svenska västkusten, medan de två andra arterna förekommer sporadiskt och reproducerar sig inte i området. Eftersom den fläckiga havskatten visat sig ha högre tillväxthastighet än den vanliga havskatten, behandlar denna djupanalys även den fläckiga havskatten, trots att den inte är en reproducerande art på den svenska västkusten.

Ekologi och livsmiljö

Havskatten är en ensam- eller parlevande bottenfisk som föredrar hårda bottenar på ned till 500 meters djup [53, 54] och temperaturer mellan -1 och 14°C [54, 55]. Den lever främst på musslor, snäckor, sjöborrar och kräftdjur [53, 54].

Status och hot

Vanlig havskatt är hittills inte upptagen på den internationella rödlistan IUCN, men togs 2010 upp på Artdatabankens rödlista som starkt hotad i Sverige. Trålundersökningar visar på låga populationsnivåer i början av 1980-talet, en topp kring 1993 och sedan sjunkande fångster till 1980-talets nivå igen [56]. WWF listar den vanliga havskatten i sin "låt bli" kategori. Djuphavsfiskar är ofta känsliga för fiske, dels saknar flertalet (inklusive havskatt) idag förvaltning, dels har de sen könsmognad och de stora huvudena (t.ex. havskatt och marulk) gör att även små individer fastnar i trålen vilket minskar chansen för individer att överleva könsmognad. Fläckig havskatt är inte bedömd av vare sig IUCN eller artdatabanken och finns inte med i någons av WWFs kategorier.

Fiske och fångstutveckling

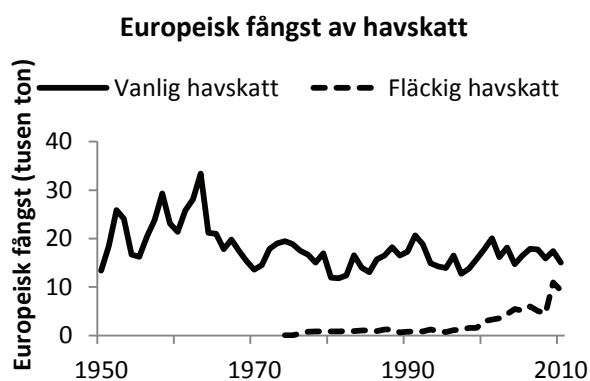
Havskatt fångas med krok och som bifångst med andra fiskemetoder [54, 57]. Det är den vanliga och den fläckiga havskatten som fångas, på grund av bättre köttkvalitet än hos den blå kattfisken [54]. Enligt data från FAO har fångsterna av vanlig havskatt minskat kraftigt sedan 60-talet men trots detta finns idag inga fångstregleringar beslutade för denna art [58]. Fångsterna av den fläckiga havskatten har däremot ökat, vilket främst beror på att Ryssland har börjat bedriva fiske på arten.

Marknad

Kg-priset på vanlig havskatt har ökat kraftigt samtidigt som fångsterna minskat. De senaste åren har den haft ett kg-pris på över 40 kr/kg för förstahandsmottagaren. I Havs- och vattenmyndighetens databas över prisutvecklingen kan man även följa priset på familjen havskatt, som även innefattar de andra arterna fläckig och blå havskatt, vilka ibland landas i Sverige. Familjen havskatt har ett kg-pris på mellan 30-50 kr/kg de senaste åren [6].

Kommersiell användning

Havskatten är en populär matfisk som vanligtvis säljs fladd och utan huvud som s.k. kotlutfisk [53]. Den är också en vanlig beståndsdel i fish and chips. Den har fast, vitaktigt kött och säljs både färsk och djupfryst.



Figur 16: Europeisk fångst av havskatt enligt data extraherad från Fishstat [15]. Island har stått för över 80% av fångsten vanlig havskatt de senaste åren. Ryssland, Norge och Island är egentligen de enda nationerna som fångar fläckig havskatt.

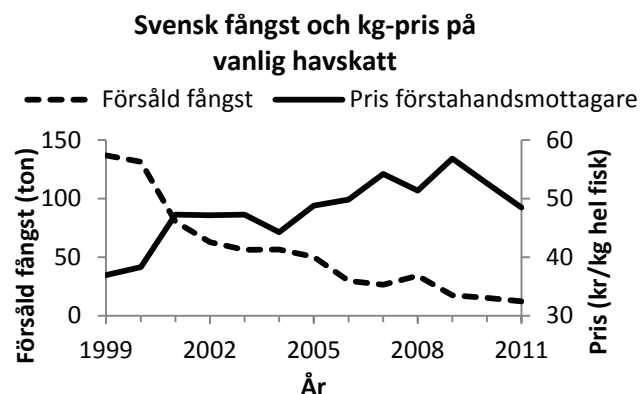
Havskattens sega hud är mycket stark och används till olika skinnarbeten som väskor, skor, stövlar, vattentäta kläder, bokband med mera samt till fisklim [57, 59]. Redan under slutet på 90-talet exporterade Norge 30-50 ton havskattsskinn till utlandet per år [60]. Som livsmedelsprodukter säljs arterna som portionsförpackningar samt frusen och färsk filé, i huvudsak frusen [60]. Arterna är också av intresse för sushiproduktion i Asien [60, 61]. Filéutbytet är cirka 45% för vanlig havskatt och något högre, 50%, för fläckig havskatt [62].

Odling

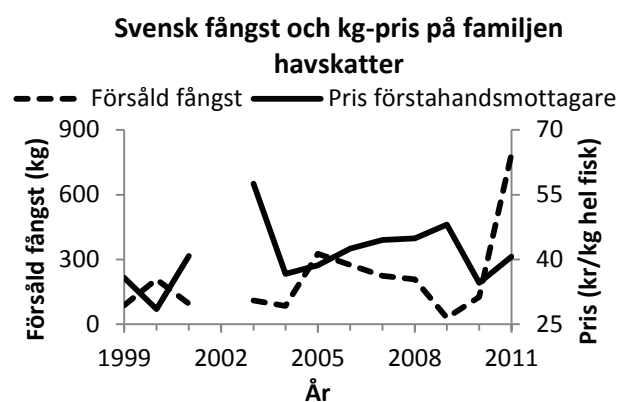
I Norge har intresset för havskattodling varit relativt stort. Det är drygt 25 år sedan de första försöken med odling av havskatt genomfördes vid havsforskningsinstitutets forskningsstation i Flødevigen utanför Bergen. Först gjordes försök med vanlig havskatt, det visade sig sedan att den fläckiga havskatten hade bättre odlingsegenskaper [54, 63]. Därför odlade Norge den fläckiga havskatten [64] [54]. Men för litet antal odlare gjorde industrin sårbar och efter 2007 bedrivs begränsad kommersiellt havskattsodling i Norge sedan en av anläggningarna fick ett ödesdigert pumphaveri. En del av de anställda och en av ägarna till anläggningen valde efter detta att hålla igång odlingen och de slaktar cirka 100 kg filé per vecka, som mestadels går till restauranger i Sverige och Norge [65, 66]. Enligt FAO sker idag ingen odling av vare sig vanlig eller fläckig havskatt någonsin i världen [15]. Dock har intresset funnits från flertalet länder, bland annat i Kanada [67].

Odlingssystem

Då odling av havskatt kräver reglering av temperatur har odling ofta skett på land i grunda genomflödes-system. Odlingstätheterna i dessa system motsvarar de i tanksystem, men eftersom vattennivån endast är några decimeter bli odlingstätheten per volym mycket högre vilket ökar systemens effektivitet. Havskatten trivs i höga tätheter och det grunda vattnet minskar risken för allt för stor och därmed skadlig trängsel inom vissa områden (t.ex. nära utfodringsplatser). Grunt vatten medför möjlighet till kraftigare strömningar vilket fördelar det flytande fodret så att all fisk får tillgång till föda. I tanksystem där man inte får jämn födofördelning är det



Figur 17. Fångst och kg-pris på vanlig havskatt landad i Sverige. Siffrorna är hämtade från Havs- och vattenmyndigheten och avser summan av den årliga försålda fångsten samt det årsmedelpris för hel fisk som betalas av en registrerad förstahandsmottagare [6]. Havskatten har minskat i fångst och ökat i pris de senaste åren. Ökningen mellan 1999 och 2011 var 31,3% vilket var mer än inflationen som under samma period var 20,6 %.



Figur 18: Fångst och kg-pris på familjen havskatter (*Anarhichadidae*) landad i Sverige. Siffrorna är hämtade från Havs- och vattenmyndigheten och avser summan av den årliga försålda fångsten samt det årsmedelpris för hel fisk som betalas av en registrerad förstahandsmottagare [6]. Familjen havskatter innefattar (förutom vanlig havskatt som redovisas för sig), blå havskatt, fläckig havskatt, stillahavskatt samt vargål varav de två sistnämnda inte finns i vatten nära Sverige. Därav visar bilden egentligen fångst och prisutvecklingen för den fläckiga och den blå havskatten. Landade volymer är små och det är svårt att dra slutsatser om prisutvecklingen. Under 2002 landades (eller rapporterades) endast vanlig havskatt (Fig. 17).

risk att dominanshierarkier etableras där dominant individer monopoliserar på födan [54].

I mitten av 2000-talet genomfördes också försök med havsbaserade, flatbottnade nätkassar. Det största problemet med detta system är att hitta lokaler med konstant låga ytvattentemperaturer. Lokalen måste också vara skyddad eftersom fisken driver med strömmen om den är för stark och missgynnas om kassens botten rör sig. Kassen måste också skyddas mot sol då fisken kan brännas av solen under sommaren [54]. Försöken visade att den fläckiga havskatten kan anpassa sig till odling i flatbottnad kasse och uppvisa samma tillväxt som för odling i grunda tråg. Kassodling är därmed ett billigt odlingsalternativ för arten så länge som behovet av stabila låga temperaturer kan tillgodoses [68]. Ytterligare tekniker som kan förbättra förutsättningarna för kassodling av arten är hyllsystem i kassarna samt att göra kassarna nedsänkbara.

Vattenkvalitet

Den fläckiga havskatten är en tålig art med god motståndskraft till variationer i vattenkvalitet. Både vanlig och fläckig havskatt har bred tolerans för odling i varierande salthalter, och kan odlas i så låga halter som 12‰. Detta innebär att upp till 2/3 av vattenbehovet i en odling skulle kunna erhållas från sötvattenskällor, vilket skulle kunna öka lokaliseringmöjligheterna för landbaserade anläggningar. Syrgashalterna bör ligga mellan 6 och 14,5 mg O₂/l. Ojoniserad ammoniak minskar tillväxten vid halter av 0,13 och 0,25 mg/l, vilket kan anses som högt. Toleransen för UIA ökar dock med ökande syrehalter och är bättre vid högt syrenehåll jämfört med vid normal syrehalt. Den fläckiga havskatten är också tålig mot varierande CO₂ halter och pH och kan hantera CO₂ halter upp till 33 mg CO₂/l, samt pH 6,7 utan negativ tillväxtpåverkan [54, 59].

I den tidigaste juvenila fasen (>60 dagar efter kläckning, 2-3 g) är optimal odlingstemperatur för den fläckiga havskatten cirka 10°C. Den optimala odlingstemperaturen minskar sedan med storlek på fisken till 8°C för juveniler (10-500g) och 4-6°C för större fisk [54].

Odlingsmiljö

Den fläckiga havskatten anpassar sig lätt till odlingsmiljön och är lätt att hålla i odling [67]. Den har ett beteende som är mer lämpat för odling än den vanliga havskatten [62]. Odling av havskatt kräver viss yta, men vattenståndet i odlingen är ofta bara något högre än fisken (eftersom fisken ändå ligger på botten av odlings-trågen). Arten fungerar bäst vid stora tätheter i odling, och samlas i grupper vid låga odlingsstätheter, trots att det inte är en stimfisk i naturen. Tätheter på cirka 200-300 kg/m³ är lämpligt för fläckig havskatt mellan cirka 0,5-3 kg [54]. Arten är inte känslig för störning av mänsklig aktivitet vid odlingen, och är lätthanterlig så länge den är i vatten och inte känner sig hotad [64]. Låga ljusintensiteter är att föredra och ingen positiv effekt av ökad fotoperiod har setts.

Fortplantning

Könsmognad för fläckig havskatt i naturen inträffar efter cirka 7-9 år (1-2 år tidigare för honor) då fisken är cirka 60-90 cm stor. I odling har könsmognad funnits hos 3% av individerna vid 4 kg (3,5 år) och 37% vid 6 kg (4,5 år) [61, 69]. Då marknadsstorleken är cirka 3-4 kg så kommer få individer vara köns mogna vid slakt. Den fläckiga havskatten leker under hösten varje eller vartannat år och mängden ägg ökar med honans storlek [54, 59]. Äggen hos den fläckiga havskatten har en diameter av 5 till 6 mm och när den kommer i kontakt med vatten klistrar den sig samman i klumpar som honan formar till en boll [53, 54, 59, 64]. Rommen vaktas sedan av hanen och kläcks efter några månader [53]. Den fläckiga havskatten producerar mer ägg per hona än den vanliga havskatten [62].

Normalt parar sig varken vanlig eller fläckig havskatt i fångenskap men det är möjligt, t.ex. har Havets Hus i Lysekil fått yngel av sitt vanliga havskattpar flertalet gånger. För att få arterna att leka naturligt måste man hålla en hona och hane ensamma i ett kar och dessutom ha gott om substrat för de att gömma sig i. Dessa typer av platskrävande system är oftast inte möjliga i kommersiella odlingsssammanhang [66]. När leken skall skötas av människan är processen mycket krävande [54]. Honan är endast lekmogen i 3-4 timmar och måste strykas under denna period. Innan hon är redo går det inte att få ut äggen, och leker hon i vattnet så är befruktning omöjlig, eftersom hanen i odling inte befruktar de släppta äggen [64]. När honan strukits tas mjölke från flera hanar och ägg och mjölke blandas sedan utan vatten. Efter 2-3 timmar överförs de befruktade äggen till kläckbackar och rörs om försiktigt under några timmar för att hindra att de klibbar samman till klumpar [54, 59, 64]. I den tidiga utvecklingen är rommen känslig för förändringar i temperatur, syrgasbrist samt fysisk störning. En temperatur på cirka 6°C är att föredra vid inkubering. Rommen bör desinficeras med jämna mellanrum under inkuberingen och döda ägg måste plockas bort kontinuerligt [54, 59]. Efter cirka 800-1000 D° kläcks ynglen som är cirka 2 cm stora och väger 80-110 mg och har en relativt liten gulesäck. Larverna simmar aktivt direkt efter kläckningen och de söker sig till ljus (positivt fototaktiska). Kort efter kläckning förs larverna över till små "raceways" med låg vattennivå (cirka 1,5 cm djup) i vilka de börja äta flytande torrfoder [54]. Efter invänjningsprocessen på fodret (efter cirka 3-4 veckor) är mortaliteten låg [54, 59]. Larverna är pelagiska till dem är 4-6 cm långa varefter de blir bottenlevande [54]. I Norge har överlevnaden till kläckning varierat från 0 till 78% [59] men generellt sett har den varit cirka 50% [69]. Larvöverlevnaden under startutfodringsprocessen kan vara upp till 90 % men har oftast haft ett genomsnitt på cirka 35% [69].

Optimal temperatur för lekfisk tycks vara 4-6°C, både vad avser tillväxt och lek. Det finns indikationer på att högre temperaturer (8-12°C) för lekfisken kan ha en negativ inverkan på romkvalité och romutveckling. Manipulation med fotoperiod för att producera tidigarelagd lek har genomförts framgångsrikt i Norge [54].

Tillväxt och överlevnad

I Norge odlas den fläckiga havskatten i havsvatten med 5°C, och marknadsstorlek kan nås 36 månader efter kläckning. Cirka 80% av 100 g fiskarna överlever till slakt vid marknadsstorlek [59]. Det är en markant skillnad i tillväxthastighet mellan den vanliga och den fläckiga havskatten. Efter 6 månaders odling i 6°C med en startvikt på några gram är juveniler av den fläckiga havskatten över 6 gånger så stora som juveniler av den vanliga havskatten (cirka 120 och mindre än 20 g för respektive art) [54]. Efter 2-3 år i odling har den fläckiga havskatten nått 1,6-3,1 kg vikt, vilket motsvaras av 0,4-0,8 kg för den vanliga havskatten [62]. Den fläckiga havskatten är också att föredra då den når könsmognad vid en större storlek [62]. Storlek vid olika livsstadier är: Kläckning: 80-110 mg; 4 månader efter kläckning (10°C): 5 g [69]; 6-7 månader efter kläckning (7-8°C): 10-30 g [59]; 12 månader efter kläckning: 150 g [69]; 3 år från startutfodring (5,2 °C): 4,5-5 kg [59, 69]

Sjukdomar och parasiter

Fläckig havskatt är mycket robust mot sjukdomar och få potentiella problem har identifierats. Arten har visat låg känslighet för virus och bakterier och endast en bakteriell infektion har rapporterats i kommersiella anläggningar, en atypisk furunkulos, orsakad av *Aeromonas salmonicida*. Effektivt vaccin mot denna bakterie är framtaget för den fläckiga havskatten. Parasiter på juvenil fisk är hittills det allvarligaste problemet inom odling av fläckig havskatt. Ektoparasiter som *Ichtyobodo necrator* och *Trichodina* spp är vanligast och sitter på gälar och skinn. Parasiterna kan avlägsnas med formalinbehandling, men alternativa behandlingsmetoder behöver utvecklas. Filtrering och UV-behandling av vattnet minskar problemet med parasiter [54, 59].

Foder och utfodring

Näringsbehovet för fläckig havskatt är ännu inte helt känt. Vanligtvis används foder med 55-62% protein, men god tillväxt har också fåtts vid användande av foder med lägre proteininnehåll (45-50%). Fettinnehållet i fodret ska inte vara för högt, negativa effekter på tillväxt fås redan vid cirka 20% fettinnehåll [54].

Torsk och lyrtorsk

Gadus morhua och *Pollachius pollachius*



Figur 19. Torsk och lyrtorsk, marina kallvattensarter.

Fördelar

Mycket tillgänglig information finns om torskodling.

Fungerar väl i kassodling.

Snabb tillväxt.

Nackdelar

Låga kg-priser gör att förväntad produktionskostnad överstiger förväntat försäljningspris.

Förebyggande behandling mot francisellosis saknas.

Utvecklingsområden

Behandling mot *Francisella*, hantering av ”förlorarindivider”, sterila populationer.

Odlas kommersiellt

Island, Norge och Storbritannien (torsk).



Korta fakta torsk och lyrtsk

Marknadsstorlek: Torsk: 3-5 kg (2-3 år). Lyrtsk: Från 300 g (1,5 år).
Pris för förstahandsmottagare 2011: Torsk: 16 kr/kg hel fisk. Lyrtsk 29 kr/kg hel fisk.
Vidareförädling/mervärden: Torsk: skinnprodukter. Lyrtsk: inga kända.
Odlingsstatus: Torsk odlas kommersiellt i stor skala i Norge. Lyrtsk odlas inte kommersiellt.
Fiske: Minskade fångster.
Hotstatus: Båda arterna är hotade enligt artdatabanken, torsken även enligt IUCN och i WWFs "låt bli" kategori.
Yngeltillgång: Torsk: Ja. Lyrtsk: Troligen inte.
Lek: Strykning eller naturlig lek.
Lek utanför säsong: Torsk: Ja. Lyrtsk: Möjligt men med försämrad äggkvalitet.
Rominkubering: Torsk: 10-14 dygn. Lyrtsk: 7-9 dygn.
Larvstadiet: Små larver som matas med levande föda först.
Dominanshierarkier: Uppstår i torskodlingar. Lyrtsk: inte känt.
Tillväxtspridning: Torsk: Sker, vissa individer äter och växer dåligt. Lyrtsk: inte känt.
Könsmognad: Torsk: Ofta innan marknadsstorlek. Lyrtsk: Efter marknadsstorlek.
Mortalitet: Hög, speciellt torsken på grund av <i>Francisella noatunensis</i> .
Foder: Kommersiellt torskfoder finns utvecklat.
Vattenkvalitet: Bör odlas i temperaturer runt 12°C.
Odlingsmiljö: Landbaserade system i kombination med nätkassar.
Avelsprogram: Avelsprogram för torsk har funnits i Skottland, på Island och i Norge, men endast det norska finns kvar där man idag har generation F3. På lyrtsk bedrivs ingen avel.

Torsk och lyrtorsk

Torskfiskarna (Gadidae) är en familj av ordningen Gadiformes. Typiska karaktärer för torskfamiljen är att den har tre ryggfenor och två analfenor. Kroppen är långsträckt och huvudet relativt stort. Andra kännetecken är överbett och (ofta) skäggtöm. Familjen innefattar flertalet arter som är betraktade som mycket viktiga matfiskar. Lyrtorsk föll ut som kandidatart för odling i denna studie (kg-pris >20SEK, samt tillräckligt med tillgänglig information) medan torsken har tagits med som kandidatart på grund av sin potential (populär matfisk samt en mängd samlad information), trots sitt låga kg-pris på (<20 SEK/kg). Då arterna tillhör samma familj redovisas de i gemensamt kapitel. Det är mycket troligt att den information som finns framtagen för torsk till viss del kan appliceras på lyrtorsk.

Generell information

Torsk: Torsken förekommer i salt och bräckt vatten från Bottenhavet till Nordatlanten. I Sverige är den vanlig i Nordsjön, Skagerrak, Kattegatt och in i Östersjön upp till Bottenhavet. Östersjöns population har beskrivits som en särskild ras, *Gadus morhua callarias*, medan övriga svenska havsvatten bebos av *G. m. morhua*.

Lyrtorsk: Lyrtorsk (*Pollachius pollachius*), även kallat bleka, kan vara förvillande lik en torsk men den saknar skäggtöm. Ögonen är stora och den har ett tydligt underbett. Kroppen har för torskfamiljen karaktäristiska fenor, tre ryggfenor och två analfenor.

Ekologi och livsmiljö

Torsk: Torsken är en bottenlevande fisk som förekommer ned till 600 m djup. Över lag föredras vattentemperaturer på 4-7°C, men arten förekommer inom temperaturintervallet 0-16°C, även upp till 20°C. Det finns olika typer av torsk. En atlantisk typ som företar årliga förflyttningar till och från lekplatserna, och en kustlevande typ som är uppdelad i flera olika bestånd som vart och ett är avdelat från de andra. Bestånden i södra Norges och Bohuslans kustvatten tycks t.ex. inte blanda sig med dem i södra Kattegatt och vid Danmarks kuster i någon större utsträckning. Torsken är i stort sett en allätare av fisk, kräftdjur, borstmask, musslor och andra bottenlevande djur. Under jakt på sill drar torsken fram i de övre vattenskikten. På höstar och vintrar kan stora torskjagar intill strandkanten, och under vår och försommar gör mindre torskjagar samma sak [70].

De olika torskbestånden blir lekmogna vid skilda åldrar och honorna senare än hanarna. Minimialder för könsmognad i svenska vatten (södra och mellersta Östersjön) är 2 år, maximum 6 år. Därefter leker de varje år men vänder inte alltid tillbaka till samma lekplats. Det är endast under leken som torsken förekommer i stora stim. Lekperioden infaller vid olika tider under året beroende på var torsken lever. På västkusten leker den januari-april i fritt vatten med 4-6°C temperatur på 10-100 m djup. Äggantalet hos en hona kan variera från 0,5 till 15 miljoner beroende av honans storlek. Äggen är pelagiska d.v.s. flyter fritt i vattnet, och kräver en salthalt på 10‰ för att flyta. Ynglen söker sig ned till botten när de är cirka 4 cm långa. Tillväxten hos torsken växlar i olika beståndsområden. Vanlig storlek i våra svenska vatten är upp till 10 kg [70].

Lyrtorsk: Lyrtorsk förekommer längs hela västkusten och i norra Öresund och är endast en tillfällig gäst i Östersjön. Lyrtorsk är en stimfisk som uppehåller sig pelagiskt på 10-200 m djup. Den uppsöker strömmande vatten och håller till vid grund och utefter branter. Födan består av mask, kräftdjur, musslor och kräftor. De unga individerna äter också fisk som skarpsill, sill, makrill, näbbgädda och tobis. Under jakt kommer den upp i ytvattnet och följer de drivande fiskynglen in till stränderna eller ute till havs. Arten jagar ofta kollektivt, varvid bytesfiskar omringas och drivs upp mot ytan. Lyrtorsken är som mest aktiv i skymningen [71]. Vandringer företas till lekplatser i Nordsjön och Atlanten. Under lektiden i februari-maj bildar fisken stora

stim och leken sker i fritt vatten på 100-200 m djup. Medelantalet ägg per hona är cirka 225 000 och både ägg och larver är pelagiska. Under sensommaren och hösten, när ynglen är cirka 15 cm långa, söker de sig in på grundare vatten där de uppehåller sig några år tills de blir större och söker sig till havs. Efter 5 år är lyrtorsken 50 cm och efter 15-17 år cirka 120 cm. Detaljer om fortplantning och tillväxt är dåligt kända. I våra vatten väger lyrtorsk vanligtvis 1-4 kg och blir 50-70 cm lång [71].

Status och hot

Torsken är bedömd som hotad av IUCN, starkt hotad av artdatabanken och WWF listar torsken i sina tre olika kategorier beroende på märkning och fångstområde. Den odlade torsken tillhör gul kategori (=var försiktig med).

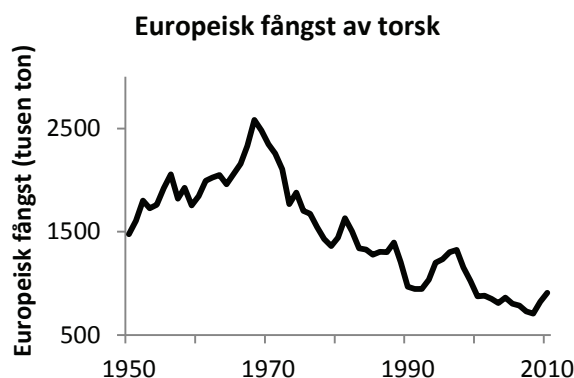
Lyr torsken är upptagen som akut hotad av artdatabanken, den är inte bedömd av IUCN och finns inte med i någon av WWFs kategorier [14, 30, 31].

Fiske och fångstutveckling

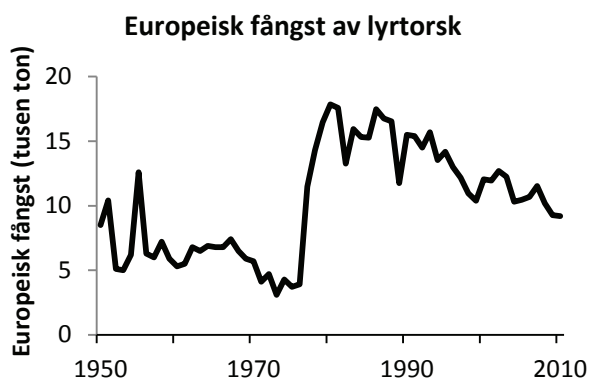
I figur 20 och 21 kan man se den Europeiska fångstutvecklingen för torsk och lyrtorsk.

Torsk: Torsken har sedan 1800-talet varit av stor ekonomisk betydelse, i Sverige som i hela Europa. Island, Norge och Ryssland bedriver mest torskfiske i Europa [15]. Fångsten sker med mycket olika redskap beroende på årstid och område [72]. Landningar av torsk i svenska vatten har minskat med i genomsnitt 80% och lekbiomassan beräknas ha minskat med cirka 60% sedan mitten på 1980-talet. För vissa bestånd är minskningen ännu större och många lokala bestånd på västkusten anses vara helt utslagna. Minskningen avser utbredningsområde, förekomstarea, kvalitén på artens habitat, antalet lokalområden och antalet reproduktiva individer [73].

Lyr torsk: Lyr torsken fångas regelbundet i Skagerrak, mera sparsamt i Kattegatt samt tillfälligt ner i Öresund. Merparten av fisken kommer från lekplatser i Nordsjön. Under de senaste decennierna har endast en lekplats varit känd i svenska vatten, det mesta tyder på att det beståndet numera är försvunnet. Internationella provtrålningar (IBTS) visar på fångstminskningar samt minskningar av utbredningsområde, förekomstarea, antalet lokalområden och antalet reproduktiva individer. Högt fisketryck är det största hotet mot lyrtorsken. Den saknar förvaltning trots att den är en kommersiellt intressant art [74]. Lyr torskfiske bedrivs bara av Europeiska länder och Frankrike, Storbritannien och Norge är de länder som fångar mest.



Figur 20. Europeisk fångst av torsk enligt data extraherad från Fishstat [15]. 2010 var fångsten 35% jämfört med toppåret 1968. Sedan 2008 har fångsterna hämtat sig något, vilket delvis beror på att en del nordliga populationer har återhämtat sig. Island, Norge och Ryssland är de nationer som landar mest torsk i Europa.



Figur 21. Europeisk fångst av lyrtorsk enligt data extraherad från Fishstat [15]. Mest lyrtorsk fångas av Frankrike, Storbritannien och Norge.

Marknad

Torsken har idag en prisnivå under produktionskostnaden för odlad lax och den förväntade odlingskostnaden för torsk [8].

Lyr torskens marknadspris hamnar över produktionskostnaden för lax. Om lyr torskens värde fortsätter att öka kan odling vara av intresse och då är det troligt att man till viss del kan använda sig av den odlingsinformation som finns för torsk.

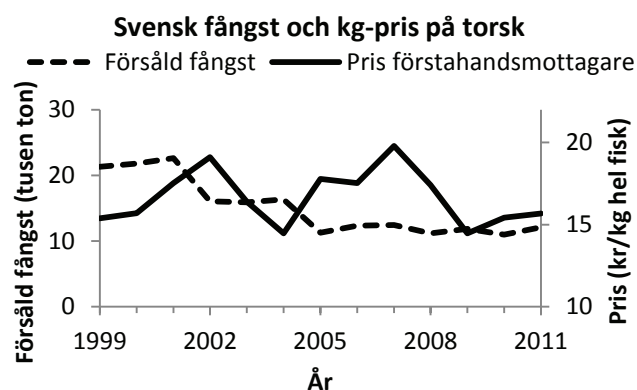
Kommersiell användning

Båda torsk och lyr torsk räknas som utmärkta matfiskar även om torsken anses vara den viktigaste av de två. Från torsken tas också rom, tunga och lever tillvara som delikatesser. Dessutom kan man använda arten för skinnproduktion (Fig. 24). Arterna är likt andra vitfiskar magra och räknas som mycket god proteinkälla. Filéutbytet för torsk och lyr torsk är cirka 45% [75, 76]

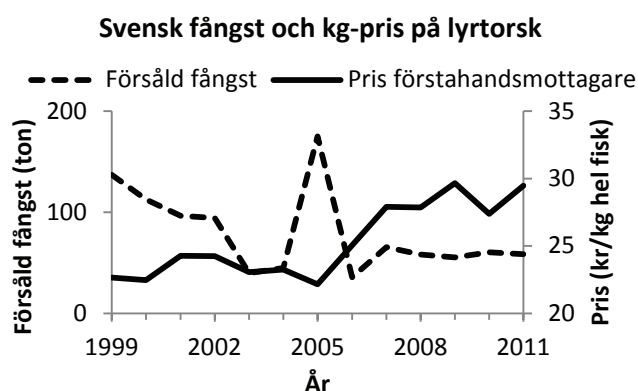
Odling

Torsk: I Norge har man under det senaste årtiondet satsat runt 4 miljarder NOK på utveckling av torskodling och enligt FAO beror den stora ökningen i torskodlingen (Fig. 25) egentligen enbart på Norge som under 2010 producerade över 20 000 ton. Sedan dess har produktionen minskat i Norge. Detta beror på ökad, hållbar torskfångst från norska/ryska (Barents hav) och isländska bestånd och därmed sjunkande marknadspriser. Utöver det har man haft stora problem med sjukdomsutbrott orsakat av *Francisella* [77]. Det är troligt att även svenska torskodlingar skulle kunna få problem med *Francisella* eftersom det är framförallt de sydliga norska odlingarna som drabbats där vattentemperaturen inte skiljer sig särskilt mycket från de svenska västkustvattnen. Under 2005 publicerade SLU en rapport om "Förutsättningar och potential för torskodling i Sverige". I denna rapport modellerades produktionskostnaden för torskodling på olika platser i Sverige. Priset för nätkasseodling i ytvattnenivå kring Lysekil beräknades då (år 2005) till 21,7 kr/kg. Ett landbaserat system beräknades ha produktionskostnader på cirka 32 kr/kg [8]. I Sverige var under 2011 medelpriset för en fiskare att få betalt 15,7 kr/kg torsk.

Lyr torsk: Odlingen av lyr torsk har länge setts som lovande då den har en snabb tillväxt och är en populär



Figur 22. Fångst och kg-pris på torsk landad i Sverige. Siffrorna är hämtade från Havs- och vattenmyndigheten och avser summan av den årliga försälda fångsten samt det årsmedelpris för hel fisk som betalas av en registrerad förstahandsmottagare [6]. Prisutvecklingen på torsk har fluktuerat men mellan 1999 och 2011 ökade priset endast med 1,9% vilket reellt betyder att priset under perioden minskat eftersom inflationen under samma period var 20,6%.



Figur 23. Fångst och kg-pris för lyr torsk landad i Sverige. Siffrorna är hämtade från Havs- och vattenmyndigheten och avser summan av den årliga försälda fångsten samt det årsmedelpris för hel fisk som betalas av en registrerad förstahandsmottagare [6]. Lyr torsk har ökat i pris under de senare delarna av 00-talet och priset under 2011 var 30,0% högre än kg-priset under 1999. Detta var mer än inflationen som under samma period var 20,6%.

matfisk. Problemet är att få lönsamhet i odlingen, då kg-priset i vissa länder ligger under förväntad produktionskostnad [76]. Enligt FAO är det bara Spanien som odlar lyrtorsk, och då i väldigt begränsad utsträckning (Fig. 26).

Odlingssystem

Torsk: Den första tiden går stamfisk, ägg och yngel i system som beskrivs närmre under rubriken fortplantning. När torskarna är 25-50 gram vid cirka 6-7 månaders ålder kan de flyttas över till kassar alternativt större landbaserade system.

Lyrtsorsk: Det finns inga internationellt publicerade studier som jämfört olika odlingsförhållanden. De studier som undersökt andra faktorer som t.ex. temperaturoptimum har hållit lyrtorsken i landbaserade system med cylindriska tankar på 15m³ under tillväxtfasen [78, 79].

Vattenkvalitet

Torsk: Temperaturoptimum för torsken anses bli lägre och lägre i takt med att fisken växer. Detta antagande är baserat på modeller som är beräknade efter tillväxtförsök. Detta stämmer också väl överens med torskens beteende i det vilda, där den söker sig till kallare vatten ju äldre den blir [8]. Den optimala temperaturen för tillväxt varierar beroende på vilken modell man använder sig av. En modell har visat att tillväxten skulle vara bäst vid 15°C för en 2 g fisk, 13°C för en 20 g fisk, 11,1°C för en 200 g fisk och 9,2°C för en 2000 g fisk [80]. En annan modell har visat att en 50 grams fisk har temperaturoptimum vid 12-14°C.

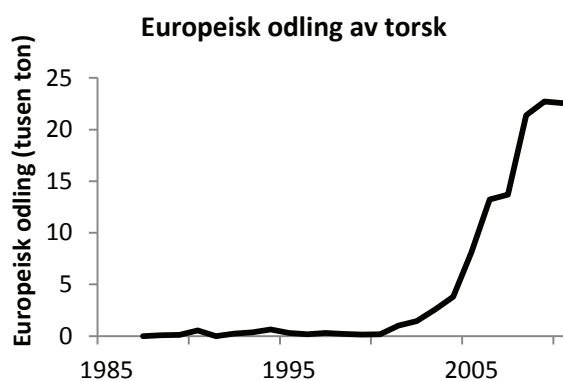
Lyrtsorsk: Den optimala tillväxtemperaturen för juvenilvuxen fisk har undersökts och ligger mellan 12-15°C. Vid lägre (9°C) och högre (18 och 21°C) temperatur växer lyrtorsken sämre men försöken visar även att fisk odlad vid de högre temperaturerna börjar växa igen då vattentemperaturen sänks [78]. Vid de försök som gjorts har man haft en syrgasmättnad på 90-100% och en salthalt på 34-34,5 ‰ [78]. Larverna hålls i en temperatur kring 15°C.

Odlingsmiljö

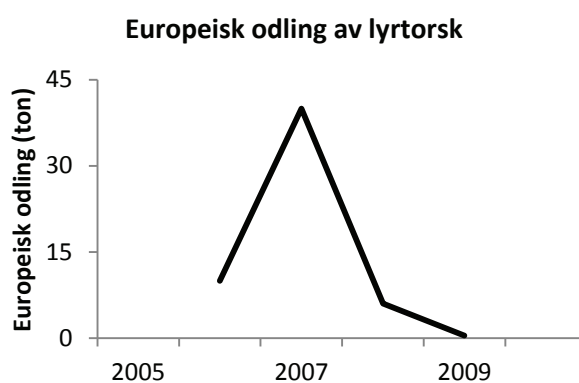
Torsk: Vid odling i nätkasse kan torsken odlas i en täthet av 20-40 kg/m³ under tillväxtfasen och odling i landbaserade system kan ligga på 40-50 kg/m³ [81, 82]. Den mest ekonomiskt optimala densiteten i land-baserade system är högre, kring 95 kg/m³ men vid så höga densiteter är risken



Figur 24. Mysbelysning i torskskinn. Designer Dögg Guðmundsdóttir. Bild från <http://kraum.is/index.php?page=product&prId=108>



Figur 25. Europeisk odling av torsk enligt data extraherad från Fishstat [15]. Merparten av odlingen sker i Norge (cirka 90%) och på Island (5-10%).



Figur 26. Europeisk odling av lyrtorsk enligt data extraherad från Fishstat [15]. Spanien har varit ensam om produktionen.

för sjukdomsutbrott också större [83].

Lyrtorsk: I odling under tillväxtfasen kan tätheten vara 20 kg/m³ men olika tätheter verkar inte ha jämförts utan det har bara konstaterats att en sådan täthet fungerar.

Fortplantning

Torsk: Stamfisken har tidigare tagits från det vilda men i Norge finns ett avelsprogram och man är idag inne på generation 3. Det har tidigare också funnits avelsprogram på Island och i Skottland, men båda är nedlagda. Torsk i odling leker normalt under perioden februari-maj men försök har visat att man kan förskjuta leken genom att manipulera ljusperioden [84]. Frysbevaring av sperma är också möjlig [85]. En månad innan lek flyttas stamfisken till landbaserade tankar med en täthet av 5-10 kg/m³ med ett 3:1 eller 3:2 hona: hane fördelning. Från 2 till 4 veckor innan leken kan man se skillnad på honan och hanen genom utseendet på gonoporen [86, 87].

Stamfiskarna ska hållas med det mest högkvalitativa foder vilket anses ge bättre ägg och spermakvalitet. Torsken leker i tanken och äggen flyter till ytan där de samlas upp i ett nät med hålstorlek <1mm. Naturlig lek anses resultera i högre befruktning framgång än med strykning [49]. Torsken är en periodlekare som lägger ägg 10-15 ggr med cirka tre dagars intervall [87]. De befruktade äggen desinficeras och placeras i 70 l cylindriska inkubationstankar som vanligen har en konformad botten. Äggen ska hållas mörkt och med en långsam genomströmningshastighet, 0,3-2,0 l/min. Inflödesvattnet filtreras (5 mikrometer) och steriliseras med UV eller ozon. Inkuberingen tar 10-14 dagar vid 6-8°C. Dagen innan förväntad kläckning kan äggen igen desinficeras och överförs till större tankar på 100-7000 l där tätheten kan vara 50-100 individer/l. Direkt efter kläckning tillsätts alger till tankarna. Under de första dagarna ökar man vattentemperaturen gradvis från 6-8°C till 10-11°C [8]. Inflödet ska vara lågt eller stagnerat under de första dagarna [87]. Lite beroende på tank kan man ha mellan 0,3-1,0 l vatten/minut, en succesiv ökning under larvernans tillväxt är rekommenderad [8].

Lyrtorsk: Lyrtorskhanen kan bli mogen så tidigt som vid 2 års ålder, då den väger 0,7 kg, medan honan mognar senare. Försök har visat att när vilda bestånd fångas och hålls i odling är efter 3 år 44% mogna honor, 44% mogna hanar och 12% har inte mognat alls [88]. Honan leker i flera omgångar. Försök har gjorts för att se om man kan förskjuta leken men tyvärr har det orsakat sämre äggkvalitet [88]. Leken sker från februari-maj och vild fisk uppvuxen i odling leker naturligt vid en vattentemperatur av 8-10°C. Denna låga temperatur ger fler lekdagar, fler ägg, och högre befruktning jämfört med 12°C vatten [79].

Honan kan lägga 600 000 ägg/kg kroppsvikt. Äggen är pelagiska med en diameter på 1,1-1,2 mm. Hanen anses ha låg spermakonzentration. Försök på frysbevarad mjölke är inte publicerade. Inkuberingstiden är 1700 gradtimmar och optimal temperatur är 8-10°C [82].

Tillväxt och överlevnad

Torsk: Förlusten från Norska torskodlingar var under 2011 cirka 30-35%, vilket beror på rymningar, bakteriella sjukdomar, virus, parasiter men även på grund av "förlorar-individer" [89]. Dessa individer äter inte, eller tar alternativt födan i munnen men spottar ut den igen, och blir följaktligen små. Medan en normal odlad torsk vid 250 dagar efter kläckning väger 48 g, väger dessa individer endast 11 g. Detta tillstånd av anorexi kan leda till död och uppstår vanligast vid utsättningen till kassar, d.v.s. när vattenvolymen plötsligt blir större. I försök har man sett att om förlorar-individerna sorteras ut och får gå i egna kar så kommer de att återhämta tillväxten. En trolig anledning till att detta uppstår är därför att vissa individer blir aggressiva och territoriella när tätheten minskar vilket sker vid utflyttning till kasse. Det kan därför vara lämpligt att förvara fisken i min-

dre kassar inuti den stora kassen [90].

Torsken är en art som kan nå könsmognad innan den uppnått kommersiell storlek. De flesta individer är könsmogna och leker redan vid två års ålder vid en vikt av 1,5-2 kg. En del hanar mognar redan vid ett års ålder när de är <300 g. Vid mognaden tar torsken energireserver från musklerna vilket resulterar i kött med mer vatten och mindre protein, speciellt i slutet av lekperioden [25]. Att få fram en triploid steril fisk är därför av stort intresse [89, 91].

Kannibalism förekommer, främst under de första månaderna, och motverkas främst genom att separera individerna i storleksklasser samt genom att ge tillräcklig mängd föda. Det är inte alla kläckerier som upplever problem med detta, det antas även att vattenflöde och färg på tanken kan spela roll för detta beteende [8]. SLU har modellerat tillväxten på torsk i rapporten ”Förutsättningar och potential för torskodling i Sverige” I den rapporten har man beräknat torsken skulle växa bäst i områden kring Karlskrona, där tillväxten skulle vara från 100 g till 3,6 kg under 18-19 månaders tid. Enligt samma rapport skulle motsvarande tid i nätkas-seodling på västkusten generera individer på 2,6 kg. Bättre tillväxt får man om man odlar i djupare vatten eller i landbaserade system [8]. Dessa siffror är baserade på modeller och tillgänglig data över historiska abiotiska faktorer. Även om SLUs rapport ger en bra uppskattning över tillväxten är det ändå svårt att i förhand exakt veta vad tillväxten kommer bli. I Norge har man visat att torsken kan växa till 3,6 kg på 20 månader [92]. I litteraturen är inkubationsöverlevnaden rapporterad till 10-30% och överlevnaden från kläckning till torrfooder 10-20% [82]. Dessa % -siffror gäller när stamfisken har strukits, inga data har hittats för avkomma till fisk som fått leka naturligt.

Lyrtsorsk: Nykläckta larver är cirka 3,4–3,7 mm. Överlevnaden är låg i de försök som har gjorts. Bara 10-40% av de befruktade äggen överlever inkubationen och 10-30% överlever till tillvänjningen. Lyrtsorsk når kommersiell storlek på 1,5 år då den är cirka 30 cm lång och väger 300 g. Denna storlek uppnås innan lyrtsorsken blir könsmogen [82].

Sjukdomar och parasiter

Torsk: Den bakteriella infektionen orsakad av *Francisella noatunensis* har varit det störta hotet mot torskodling i västra Norge. Även vibrosis orsakad av *Vibrio anguillarum* och atypisk furunkolos, från *Aeromonas salmonicida*, sker ibland trots vaccination. Vid dessa sjukdomsutbrott behandlas drabbade grupper med antibiotika. Virala sjukdomar från bl.a. nodavirus sker också liksom parasitiska angrepp som black spot och tricodina [27, 89].

Lyrtsorsk: Det är inte utrett vilka typer av sjukdomar som drabbar lyrtsorsken [82].

Foder och utfodring

Torsk: Direkt efter kläckning skall man tillsätta alger till vattnet. Fram till dag 25 efter kläckning matas ynglen även med rotiferer (*Brachionus plicatilis*) som är berikade med n3 HUFA och fleromättade fettsyror. Från dag 20 påbörjas *Artemia* (berikad med DHA) matning som går parallellt med alg och rotifermatning de första fem dagarna men från dag 25 matas de endast med *Artemia*. Tillvänjningen till pellet kan börja kring dag 35. Pellet och *Artemia* matas parallellt fram till dag 55 efter kläckning, efter denna dag matar man bara med pellet [8]. Under tillväxtfasen kan torsken matas en eller två gånger om dagen [82]. Det är viktigt att ha ett foder som inte har för högt fettinnehåll för det kan resultera i att fiskarna får förstörd lever. Idag finns kommersiella foder specifikt utvecklade för torsk [8].

BIOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR MARIN FISKODLING
KANDIDATARTER - TORSK OCH LYRTORSK

Lyrorsk: Efter 3-4 dagar öppnas munnen och larverna kan börja äta berikad *Artemia* [93]. Så småningom kan de äta pellet två gånger om dagen med proteininnehåll på 56% och fettinnehåll på 12% [78].

Lovande arter

Lovande arter utgörs av arter för vilka det finns viss, men i dagsläget inte tillräcklig, dokumenterad kunskap och där inga avgörande problem rörande odling har framkommit. Information om arterna kommer om inte annat anges från fiskbasen.se samt svenskfisk.se [72, 94]. Tillväxt är beräknad från ekvationer hämtade från fishbase.org om inte annat anges [95]. Prisstatistiken och fångststatistik är hämtad från Havs och vattenmyndigheten [6, 96] och hotstatus är bedömd av IUCN, artdatabanken samt WWF [14, 30, 31].

Kummel

Merluccius merluccius

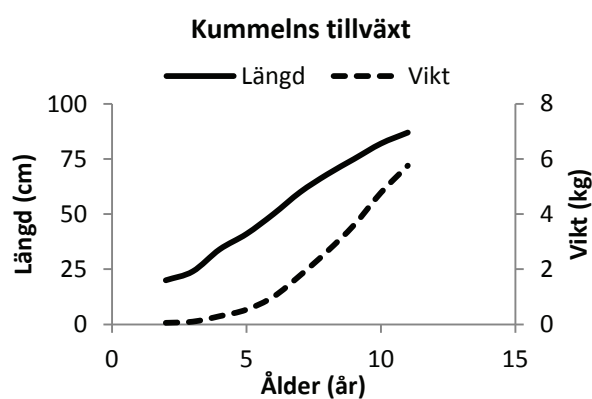


Figur 27. Kummel.

Kummeln är en populär matfisk som främst fångas med trål. Bästa säsong är sommaren. Kummeln har i vissa områden utsatts för ett kraftigt överfiske och har på många ställen blivit allt sällsyntare samtidigt som medelvikten har gått ned. Vanligtvis ligger vikten på 1-4 kg i våra vatten. Kummeln utgör ett viktigt fiskeobjekt utanför Bohuslän, men fångsterna växlar mycket. I Sverige såldes under 2010 65 ton svensklandad kummel till ett värde av 1,6 miljoner SEK. Kummeln uppehåller sig i djupvatten från 200-1000 m men kan sommartid vistas intill bankar på 20-50 m djup. Arten håller gärna till ovan ler- och dybottnar. Av allt att döma går kummeln åtminstone tidvis i stim. Under natten är den aktiv och stiger då upp till ytan för att jaga.

Födan utgörs av fisk, framförallt kolmule och makrill, men även sill, skarpsill, ansjovis och sardin. Hanen är könsmogen vid 4 års ålder och 25-30 cm längd, honan vid 10 år och cirka 70 cm längd. Fortplantningen äger rum över 100-1000 m djupa bankar i havet under april-augusti. Äggen är pelagiska och kläcks efter 2-3 dygn. Larver och ungstadier driver omkring i vattnet in mot kusterna, där det första levnadsåret tillbringas.

Arten bedöms som "Lovande" då det finns ett stort intresse för odling av arten samt viss (men inte tillräcklig) information framtagen rörande lek samt larv- och juvenilproduktion. Den publicerade existerande informationen berör primärt ekologiska aspekter av arten (sökning i ASFA; Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts, sökord: latinskt namn + growth i abstract). Enligt FAO odlas kummel idag inte kommersiellt av något land i världen. Arten är "rödlistad" av WWF, inte bedömd av IUCN och är inte med på artdatabankens rödlista.



Figur 28. Kummelns tillväxt.

Bergtunga

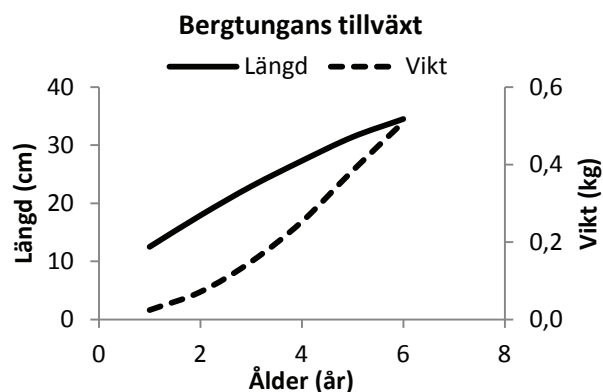
Microstomus kitt



Figur 29. Bergtunga

Bergtunga, även kallad bergskädda, fångas med trål, snurrevad, garn och ryssjor. Vanlig vikt i våra vatten är 0,3-1 kg och bästa säsong är höst och vinter. Köttet är lite lösare än hos den äkta tungan. 2010 såldes i Sverige 15 ton svensklandad bergskädda till ett värde av 665 000 SEK. Arten lever utanför kusterna på stenig eller bergig botten med algvegetation på djup av 10-25 m, ibland ned till 260 m. I vissa områden finns bergtungan även på sand- och grusbottnar. De yngre fiskarna finns på grundare vatten än de äldre. Bergskäddan företar periodiska vandringar av mindre omfattning. Födan utgörs av ormstjärnor, musslor, snäckor, kräftdjur och maskar. Könsmognad inträder vid 3-4 års ålder för hanen, efter 4-6 år för honan. Leken sker under april-september på 10-100 m djup. Äggen är pelagiska och kläcks vid en temperatur på 9-11°C efter 6-8 dygn. Larverna driver som plankton och uppsöker botten på djupt vatten då de blivit 15-30 mm långa.

Försöksodling av arten har genomförts i Norge med god framgång av lek samt larv- och juvenilproduktion. Arten bedöms därför som "lovande". Den publicerade, existerande informationen berör primärt ekologiska aspekter av arten samt fiske (sökning i ASFA; Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts, sökord: latinskt namn i abstract). Det bedrivs idag ingen odling av bergtunga enligt FAO. Arten är "rödlistad" av WWF, inte bedömd av IUCN och inte med på artdatabankens rödlista.



Figur 30. Bergtungans tillväxt.

Sjurygg

Cyclopterus lumpus



Figur 31. Sjurygg. Stenbit till vänster, kvabbsbo till höger.

Sjuryggshonan kallas för kvabbsbo och hanen för stenbit. Kvabbson fiskas framförallt för rommen, som något missvisande kallas för stenbitsrom. Under 2010 landades i Sverige cirka 50 ton sjurygg/rom (27 ton konsumtionsfisk och 23 ton rom) till ett värde av 3 miljoner SEK. Under bröstfenorna har sjuryggen en ringformad förtjockning med sugskivor vilket gör att fisken kan hålla sig fast vid hårt underlag. Sjuryggen anses vara en relativt dålig simmare och är helt beroende av sin sugmekanism för att inte dras med i strömmarna. Utöver sin sugring har dessutom sjuryggen ett i övrigt ovanligt utseende med benknölade sidor, en geléaktig ryggklump och en klumpig kropp. Sjuryggen är en allmänt utbredd fisk som påträffas oftast i kustnära områden i såväl salt som bräckt vatten. Den leker under vår och försommar på grundare vatten. Kvabbson kan lägga upp till 200 000 ägg. Äggen vaktas av hanen som använder sig av sina fenor för att fläkta friskt syrgasrikt vatten på äggen. Efter 60-70 dygn kläcks äggen och redan efter några dygn kan sjuryggslarverna själva suga sig fast. Under de första åren håller sjuryggen sig nära stranden. När fisken blivit större så befinner den sig på lite djupare kallare vatten upp till 350 meters djup. Vid leken drar den sig inåt igen, och återkommer gärna till samma plats år efter år. Sjuryggen äter maneter, kräftdjur, maskar och småfiskar men äter troligen inte alls under lekperioden [29].

Den globala fångsten av sjurygg har ökat markant sedan 70-talet enligt FAO. Huvudorsaken till ökningen är den växande marknaden för stenbitsrom. Island är det land som fångar mest sjurygg för kaviarproduktion [97]. Utöver försäljningen av rom kan man även äta köttet från främst hannen. Dessutom har arten börjat användas i allt större utsträckning i Norska laxodlingar som ”städ-fisk” då den är en storätare av den paratiserande laxlusen, vilken orsakar stora skador på fisk i odling. Tidigare har man använt sig av berggylta men många norska odlingar ligger norr om berggyltans utbredningsområde. I de första försöken har man sett att

vissa sjuryggsindivier äter så mycket laxlus på den primära odlingsarten så att sjuryggens magsäck kan spricka. Resultaten från försöken är spridda i flertalet medier på internet.

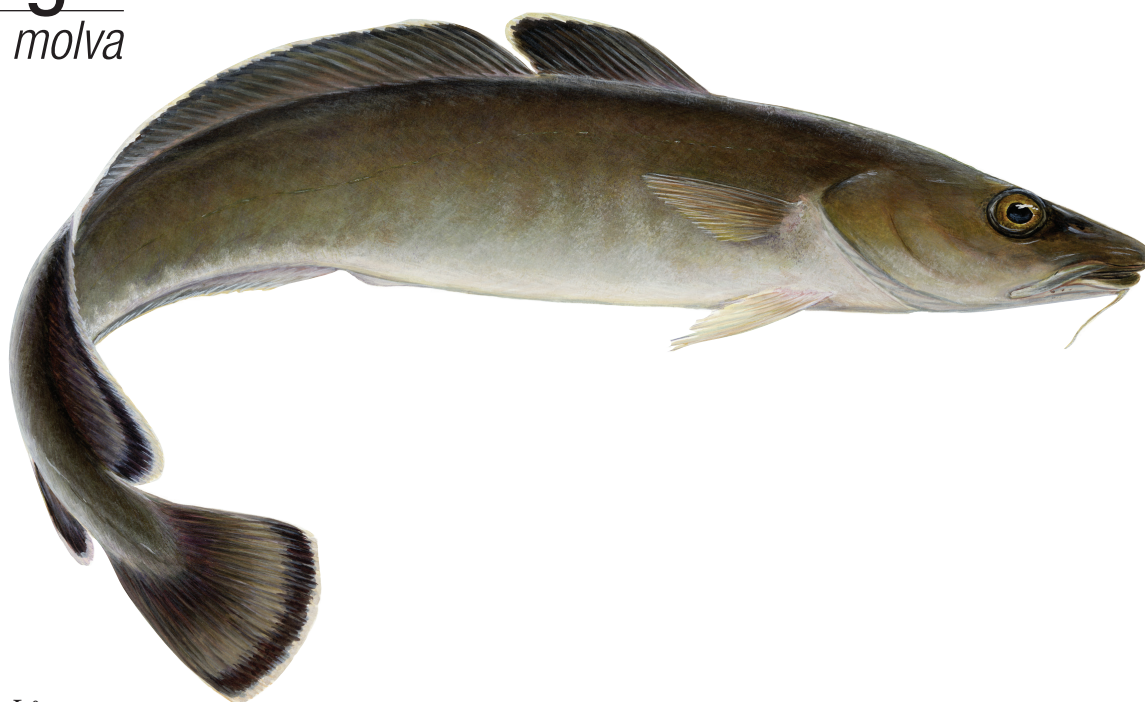
I dagsläget finns ingen aktuell och tillförlitlig information som beskriver sjuryggens tillväxt. Enligt FAO odlar idag inget land sjurygg kommersiellt. Försöksodlingar pågår i Norge och det är troligt att en del norska odlare kommer att odla sjurygg framöver, främst för att få bukt med laxlus. Den publicerade existerande informationen berör primärt ekologiska aspekter av arten samt fångstutveckling och romproduktion (sökning i ASFA; Aquatic Sciences and Fisheries Abstracts, sökord: latinskt namn i abstract). En kort vetenskaplig publikation beskriver arten som förvånansvärt lättodlad [98]. Trots att det för tillfället är begränsningar i tillgänglig informationsmängd så anses arten som lovande då den har flertalet kommersiella användningsområden; laxlusbekämpning, romproduktion samt som matfisk. Sjuryggen är bedömd som nära hotad enligt artdatabankens rödlista, den är inte bedömd av IUCN och den finns inte med på WWFs fiskguide.

Ej bedömningsbara

Ej bedömningsbara arter består av arter där det saknas tillräcklig dokumenterad information för att kunna bedöma artens odlingspotential. Information om arterna kommer, om inte annat anges, från fiskbasen.se samt svenskfisk.se [72, 94]. Tillväxt är beräknad från ekvationer hämtade från fishbase.org om inte annat anges [95]. Pristatistiken och fångststatistik är hämtad från Havs och vattenmyndigheten [6, 96] och hotstatus är bedömd av IUCN, artdatabanken samt WWF [14, 30, 31].

Långa

Molva molva



Figur 32. Långa.

Långa är kanske mest känd för att serveras som lutfisk i Sverige och Norge, men betraktas också som en god matfisk och fiskas kommersiellt. Vanligtvis ligger vikten på 2-6 kg i våra vatten. I Sverige såldes under 2010 37 ton svensklandad långa till ett värde av 861 000 SEK. Långan vistas utanför kusterna, oftast på 100-400 m och ibland ned till cirka 1 000 m. Den simmar omkring nära bottarna, ofta ensam eller i glesa stim. Yngre individer håller sig närmare kusten och vid relativt grunda bottnar, äldre och större långor på djupare vatten. Långan vistas över både mjuk-, bland- och hårbottnar men föredrar stenigt eller klippigt underlag, som isolerade klippor och vrak. Långans föda består av fisk, främst makrill, sill, torsk- och plattfiskar men även krabbor, sjöstjärnor, sjöborrar och bläckfiskar. Från de svenska farvattnen vandrar långa ut till fortplantningsområdena i Nordsjön och Atlanten om våren. Leken äger rum i mars-juli på 60-300 m djup. Rommen svävar strax över botten. Den kläcks efter cirka 10 dygn, då larven är 3,2 mm. Larverna är pelagiska och snabbväxande och omvandlas vid 20 mm längd. Efter 1 år är långa cirka 18 cm. Vanligtvis ligger vikten på 2-6 kg i våra vatten. Långa blir könsmogen vid 6-8 års ålder.

I dagsläget finns ingen aktuell och tillförlitlig information som beskriver långans tillväxt. Enligt FAO odlar inget land långa. Det saknas tillräcklig information om långa för att dess potential för odling ska kunna bedömas och arten klassificeras därför som "ej bedömningsbar". För arten berör den existerande informationen primärt beståndsförekomst, beståndskaraktär, beståndsutveckling samt fiske. Långa finns med på artdatabankens rödlista, och är även rödlistad av WWF. Arten är ännu inte bedömd av IUCN.

Lubb

Brosme brosme

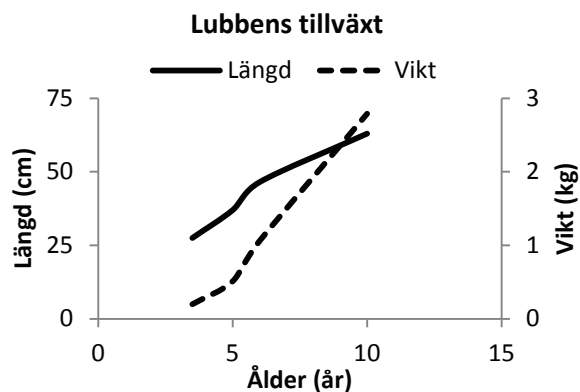


Figur 33. Lubb.

Lubben anses av många vara en delikatess och har det kanske läckraste köttet av alla nordiska torskfiskar. Köttet är fast och smaken kan påminna om hummer. I Sverige förekommer arten endast som bifångst till annat fiske men har på senare tid fått ett ökat värde som konsumtionsfisk. Vanligaste storleken på lubb utefter den svenska västkusten är 1-5 kg och 60-80 cm lång. Under 2010 såldes 5 ton svensklandad lubb i Sverige till ett värde av 185 000 SEK. Lubben går solitär eller i stim över hårda bottenar, helst klippor och bankslutningar ute till havs på djup från 100 till under 1 000 m, oftast 150-450 m. Yngre exemplar håller sig grundare. Arten är stationär och födan består av kräftdjur, särskilt havskräftor, och bottenfiskar.

Lubben blir könsmogen vid 6-10 års ålder vid 40-50 cm längd. Leken sker under april-juli på ett djup av 200-400 m. Ägg och larver är pelagiska. Äggen mäter 1,3-1,5 mm och larverna är vid kläckningen efter cirka 10 dygn cirka 4 mm. Juvenilerna blir bentiska vid 50-55 mm längd.

Det finns enligt FAO inget land som odlar lubb. Det saknas tillräcklig information om lubb för att dess potential för odling ska kunna bedömas och arten klassificeras därför som "ej bedömningsbar". För arten berör den existerande informationen primärt beståndsförekomst, beståndskaraktär, beståndsutveckling samt fiske. Lubb är inte bedömd av vare sig IUCN, artdatabanken eller WWF.



Figur 34. Lubbens tillväxt.

Rödspätta

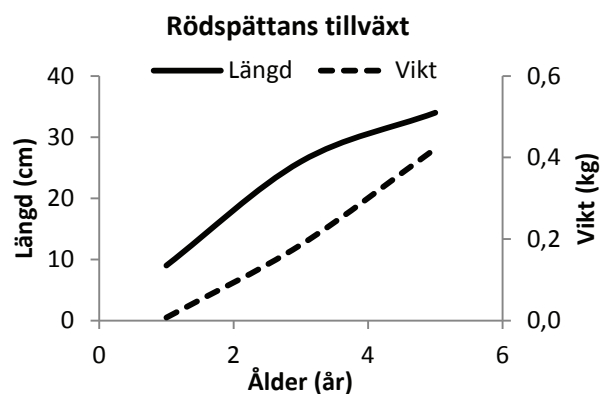
Pleuronectes platessa



Figur 35. Rödspätta.

Rödspättan (även kallad rödspotta) är en av Sveriges mest populära plattfiskar och är en av Europas kommersiellt mest värdefulla plattfiskar, då den fiskas i relativt stora volymer. Fisket sker med trål, snurrevad och garn och bästa säsong är sommar och höst. Vanlig vikt på rödspätta i våra vatten är 0,3-0,6 kg. Under 2010 såldes 271 ton svensklandad rödspätta i Sverige till ett värde av 5 miljoner SEK. Rödspättan är en utpräglad kustfisk som håller sig på relativt grunda sand- och lerbottnar, där den gräver ned sig. Talrikast är den i strandzonen från 0,25-50 m djup men den kan även gå ner till 250 m. Arten är huvudsakligen aktiv nattetid. Omfattande lekvandringar företas av vissa bestånd, medan andra är stationära. Periodiska vandringar kan i vissa områden, ske från grunt till djupt vatten långt ute till havs om hösten och vintern och tillbaka igen på våren och försommaren. Födan utgörs av musslor, tagghudingar, kräftdjur och maskar samt kusttobis och dess rom. I Östersjön och Kattegatt blir rödspättan könsmogen vid 2-4 års ålder, i Skagerack vid omkring 5 år, hanen vanligtvis något tidigare än honan. Leken sker under november-juni på 20-90 m djup i cirka 6°C vattentemperatur. Äggen läggs omgångsvis i fria vattnet strax över eller på mjukbottnar men är pelagiska och flyter i början vid ytan, senare något djupare. De kläcks efter 10-21 dygn, då larverna är cirka 6 mm. Larverna lever några veckor vid ytan och blir bentiska vid 10-20 mm längd. Tillväxten varierar starkt på olika lokaler beroende på näringstillgången. Honorna växer snabbast. Den första sommaren kan arten i Nordsjön nå 80 mm längd. Under goda förhållanden kan rödspättan i södra Östersjön vid 1 år mäta 9 cm, vid 3 år 26 cm och vid 5 år 34 cm.

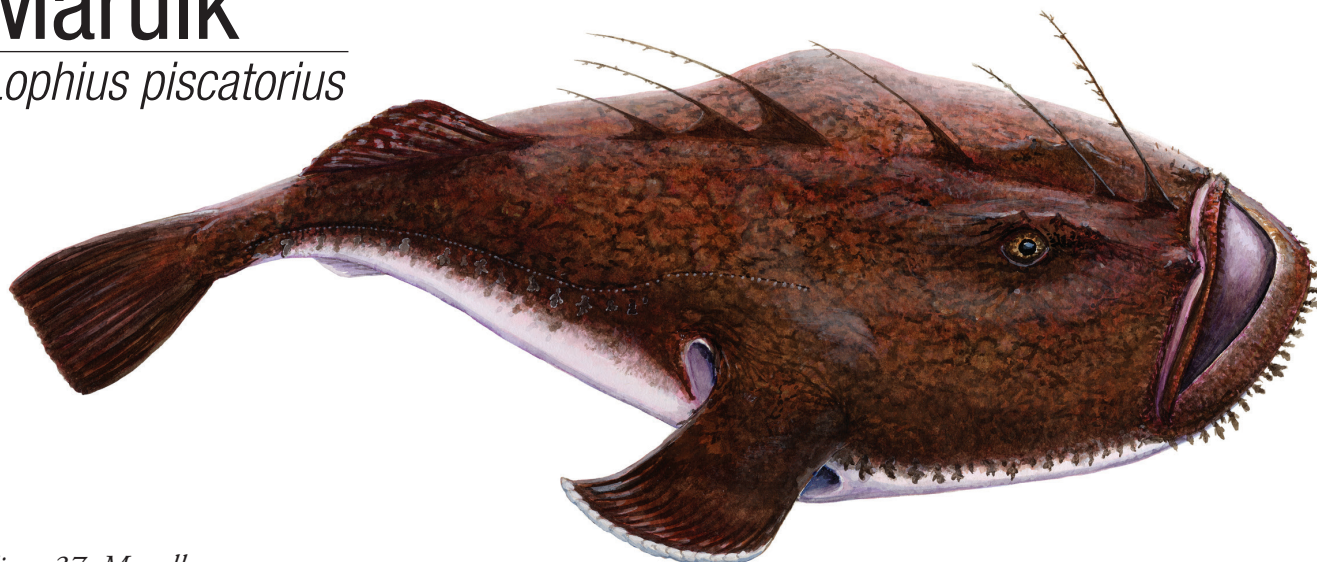
Ryktesvis har det framkommit att arten är av intresse för odling, men ingen information rörande odlingsförsök av arten har kunnat hittas. Det finns heller inget land som rapporterat rödspättaodling till FAO. Detta gör klassificering av artens odlingspotential svår. Kunskapsmässigt bedöms arten hamna i kategorin "ej bedömningsbar". Den publicerade existerande informationen berör primärt ekologiska aspekter av arten samt effekter av fiske. Arten är "rödlistad" av WWF med hänvisning till överfiske. Dock är arten inte med på artdatabankens eller IUCNs rödlista.



Figur 36. Rödspättans tillväxt.

Marulk

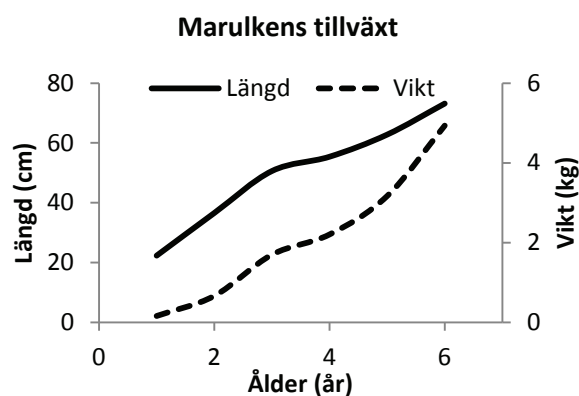
Lophius piscatorius



Figur 37. Marulk.

Marulken betraktas som en utmärkt matfisk. Arten fångas med trål och väger vanligtvis 3-6 kg i våra vatten. Under 2010 såldes i Sverige 31 ton svensklandad marulk till ett värde av 2.7 miljoner SEK. Marulken är en bottenfisk, yngre individer vistas på grundare vatten än äldre. Höst och vinter vistas arten närmare kusten än under övriga årstider. Det stora och breda huvudet, med en kolossal mun, utgör nästan hälften av kroppslängden. Fisken ligger dold bland växter eller delvis nedgrävd i dy, sand, snäckskal eller grus. Den främsta av ryggenans fria strålar med sin skinnflik används som ett vajande lockmedel för fiskar. Då dessa kommer i "metspöets" närhet, böjer marulken ned det mot munnen och offret slukas genom att sugas in i gapet. Marulken kan också jaga simmande ända uppe vid ytan. Födan består främst av fiskar som plattfisk, knot, makrill, havsål och rocka samt även kräftdjur. Leken äger rum från februari till augusti på 1 000-1 800 m djup. Äggen är inneslutna i 8-10 m långa och 30-90 cm breda, rödaktiga slemband, som driver omkring i övre vattenlagret och kan innehålla 1,3 miljoner romkorn. Larverna kläcks vid 4,5 mm längd, de är pelagiska och genomgår en serie omvandlingar. Individerna söker sig till botten vid 60-80 mm längd.

Enligt FAO odlar inget land marulk. Det är mycket svårt att hitta information om arten. Den publicerade existerande informationen berör primärt ekologiska aspekter samt fiske av arten. Arten är "rödlistad" av WWF, inte bedömd av IUCN och inte med på artdatabankens rödlista. På grund av den begränsade informationsmängden klassificeras arten som "ej bedömningsbar".



Figur 38. Marulkens tillväxt enligt Crozier [99].

Fjärsing

Trachinus draco

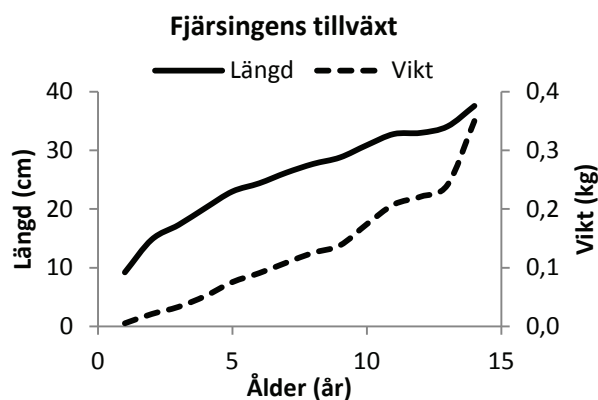


Figur 39. Fjärsing

Fjärsing är en välsmakande fisk som är nära besläktad med abborren. Smaken är lik tungans, och fjärsingen fångas som bifångst vid trålning under större delen av året med undantag för sommarmånaderna. Under 2010 såldes i Sverige 91 ton svensklandad fjärsing till ett värde av 331 000 SEK. Av arterna som har ett högre kg-pris än 20 SEK är fjärsingen den art som har mest ojämnt pris, t.ex. var medelpriset under de första fyra månaderna (när fångsten var som störst) 2011 så lågt som 2,2 kr/kg medan medelpris resterande del av året var 28 kr/kg.

Arten kan utsöndra gift genom gifttaggar som finns på gälarna och främre delen av ryggfenan. Giftet är inte dödligt men orsakar smärta. Gifttaggarna används inte i jakten utan endast i försvar, vilket kan drabba människor, speciellt som fjärsingen leker på grunda vatten under badmånaderna juni-augusti. En levande fjärsing är vackert marmorerad i turkos på sin i övrigt bruna och gulvita kropp. Den kan bli max cirka 40 cm lång men påträffas oftare i storlekar kring 20 cm. Den är vanligt förekommande på västkusten men sällsynt i Östersjön. Den äter räkor, småfisk och småkrabor.

Enligt FAO finns det inget land som odlar fjärsing. Det är svårt att hitta information om fjärsing. Den publicerade existerande informationen berör primärt ekologiska aspekter samt fiske av arten. Fjärsingfiske är inte reglerat, trots att arter verkar var känslig för fiske [100]. Arten är inte bedömd av vare sig IUCN, artdatabanken eller WWF. Det ojämna marknadspriset är en klar nackdel. Fjärsingen är nära släkte med abborre som odlas i slutna nätkassar i bl.a. St. Annas skärgård på östkusten. Det är möjligt att vissa aspekter rörande odling av abborre också skulle kunna praktiseras för fjärsing men den rådande bristen på information om arten i sig gör att fjärsingens odlingspotential inte är bedömningsbar.



Figur 40. Fjärsingens tillväxt enligt Bagge [100].

Slätvar

Scophthalmus rhombus



Figur 41. Slätvar.

Slätvaren tillhör den kommersiellt viktiga familjen Scophthalmidae som består av ett antal vänstervända arter plattfiskar. Under 2010 såldes 13 ton svensklandad slätvar till ett värde av 816 000 SEK. Den fångas främst som bifångst vid bottenrålning och garnfiske. Den väger oftast 1-2 kg när den påträffas i våra vatten men den kan bli så stor som upp till 7 kg. Den är vanlig längs med syd- och västkusten men är mer sällsynt i Östersjön. Likt piggvaren har den en stor mun och den jagar småfisk, kräftdjur och bläckfiskar. Den rör sig på grundare vatten vid leken under vår och sommar och drar sig på djupare vatten under höst och vinter. Liksom hos flera av de andra plattfiskarna är köttranden strax innanför fenorna den mest exklusiva delen av köttet.

Portugal är den enda landet som rapporterat slätvarsproduktion till FAO, men detta endast under 1996 (42 ton) och 1997 (20 ton). Trots att en viss odling har förekommit är det mycket svårt att få tag på information om arten. Den publicerade existerande informationen berör primärt ekologiska aspekter av arten. Enligt FIS (Fish Information and Services) har det i Spanien publicerats en "Guide for Brill Farming" men den verkar inte vara tillgänglig. De få publicerade forskningsstudier som finns kommer från Sydeuropa så det verkar finnas ett visst intresse där. Det finns ingen tillgänglig aktuell information som beskriver slätvarens tillväxt. Det är möjligt att det inom en snar framtid finns mer information om slätvarsodling, men i dagsläget kan inte artens odlingspotential bedömas på grund av bristande information. Ett eventuellt problem för slätvarsodling är konkurrensen från den redan etablerade piggvarsodlingen. Arten är inte bedömd av IUCN eller artdatabanken och finns inte med på någon av WWFs kategorier.

Ej lovande

Ej lovande arter är de arter för vilka det finns viss kunskap men där kunskapen visar på komplicerade eller problematiska delar i odlingscykeln. Information om arterna kommer om inte annat anges från fiskbasen.se samt svenskfisk.se [72, 94]. Tillväxt är beräknad från ekvationer hämtade från fishbase.org om inte annat anges [95]. Pristatistiken och fångststatistik är hämtad från Havs och vattenmyndigheten [6, 96] och hotstatus är bedömd av IUCN, artdatabanken samt WWF [14, 30, 31].

Rödtunga

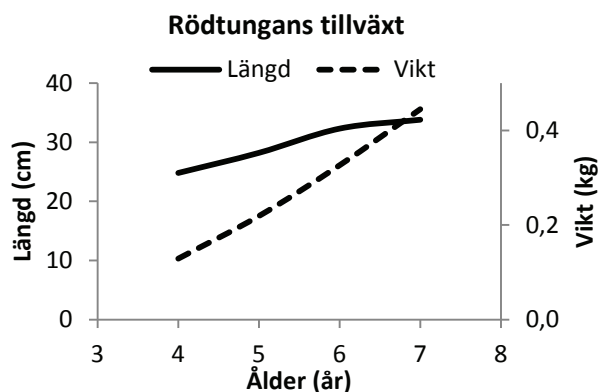
Molva molva



Figur 42. Rödtunga.

Rödtungan är en mycket uppskattad matfisk. Den fångas med bottentrål och snurrevad men är också vanlig bifångst vid räkfiske. Vanlig storlek i våra vatten är 0,3-1 kg. I Sverige såldes år 2010 108 ton svensklandad rödtunga till ett värde av 5 miljoner SEK. Arten vistas på 40-1 000 m djup på sand- eller dybotten. Den ligger ofta nedgrävd i slammet. Vandringer äger rum i samband med lek och temperaturväxlingar men beståndet i Kattegatt företar dock inga lekvandringar. Beståndens täthet växlar påfallande från år till år. Födan består av bottendjur som ormstjärnor, kräftdjur, borstmaskar och musslor. Rödtungan blir i Skagerack köns mogen vid 5-6 års ålder, i Kattegatt vid 4-5. I västra Skagerack sker leken under mars-september på omkring 100 m djup och i Kattegatt äger den rum på 40-70 m djup. Ägg och larver är pelagiska i övre vattenlager. Äggen kläcks vid 5-7°C efter 7-8 dygn, då larven är cirka 4 mm. Vid 40-55 mm längd kan ynglen leva nere vid botten på stora djup (225 m).

Juveniler har fått fram i försöksodling i Kanada. Trots ett högt marknadspris och hög kvalitet som matfisk bedöms arten som "ej lovande" då många problem framkom under dessa försök, bland annat svårigheter att få lekfisk att leka, ett mycket långt larvstadium (>4 månader, dock med hög larvöverlevnad i odling) samt låg tillväxt. En två-årig fisk väger endast cirka 40 gram. Den publicerade informationen om arten rör både beståndsanalyser och fiske, samt ett fåtal publikationer om arten i odling, då primärt fokuserade på larvstadiet. Arten är "rödlistad" av WWF, inte bedömd av IUCN och inte med på artdatabankens rödlista.



Figur 43. Rödtungans tillväxt enligt Burnett et al., [101].

Makrill

Scomber scombrus



Figur 44. Makrill.

Makrillen tillhör, precis som tonfisken, familjen Scombridae, en familj med ett antal arter snabbsimmande fiskar med spolformad glansig kropp. Makrillen är en vanlig gäst i kustnära områden under sommarmånaderna då den också fiskas flitigt av sportfiskare. I våra vatten påträffas den oftast i storlekar kring 0,5 kg. Under 2010 såldes 2827 ton svensklandad makrill i Sverige till ett värde av 3 miljoner SEK. Makrill säljs i Sverige nästan enbart under perioden maj-september. Under hösten rör sig makrillen mot djupare vatten i Nordsjön eller väster om Brittiska öarna. Det kustnära fisket bedrivs med dörj eller drivgarn medan kommersiellt fiske sker med trål eller snörpvad. Leken sker under sommaren och honan kan lägga upp till 1 miljon ägg. Ägg och nykläckta larver flyter vid ytan och växer snabbt, redan första hösten kan makrillen vara 20 cm och kallas då spirr. Därefter växer arten långsamt. Först vid 3 års ålder är makrillen 30 cm och blir då också könsmogen. Arten är en stimfisk.

Enligt FAO odlar inget land makrill. En spansk forskargrupp har publicerat ett flertal arbeten där de undersöker artens odlingspotential [102-104]. Dessa studier är fokuserade kring larv- och juvenilstadiet, vissa andra studier har undersökt föda och tillväxt i senare stadier [105, 106]. Det finns ett visst intresse att hålla vildfångad makrill i kassar under vinterhalvåret när priset är lågt, för att på så sätt vänta in en säsong med högre priser [107]. Däremot hittas inga arbeten eller rapporter om storskalig matfiskproduktion. Arten saknar simblåsa vilket medför att den måste ha konstant rörelse för att inte sjunka och detta kan skapa problem vid odling. Dessutom är konkurrensen från vild makrill stor, då IUCN listar bestånden som livskraftiga. Arten är inte upptagen på artdatabankens rödlista och WWF listar den MSC eller lokalt fångade makrillen i kategorin ”smaklig måltid”. Den sammanlagda bedömningen av makrillen blir ”ej lovande”.

Abiotiska faktorer på den svenska västkusten

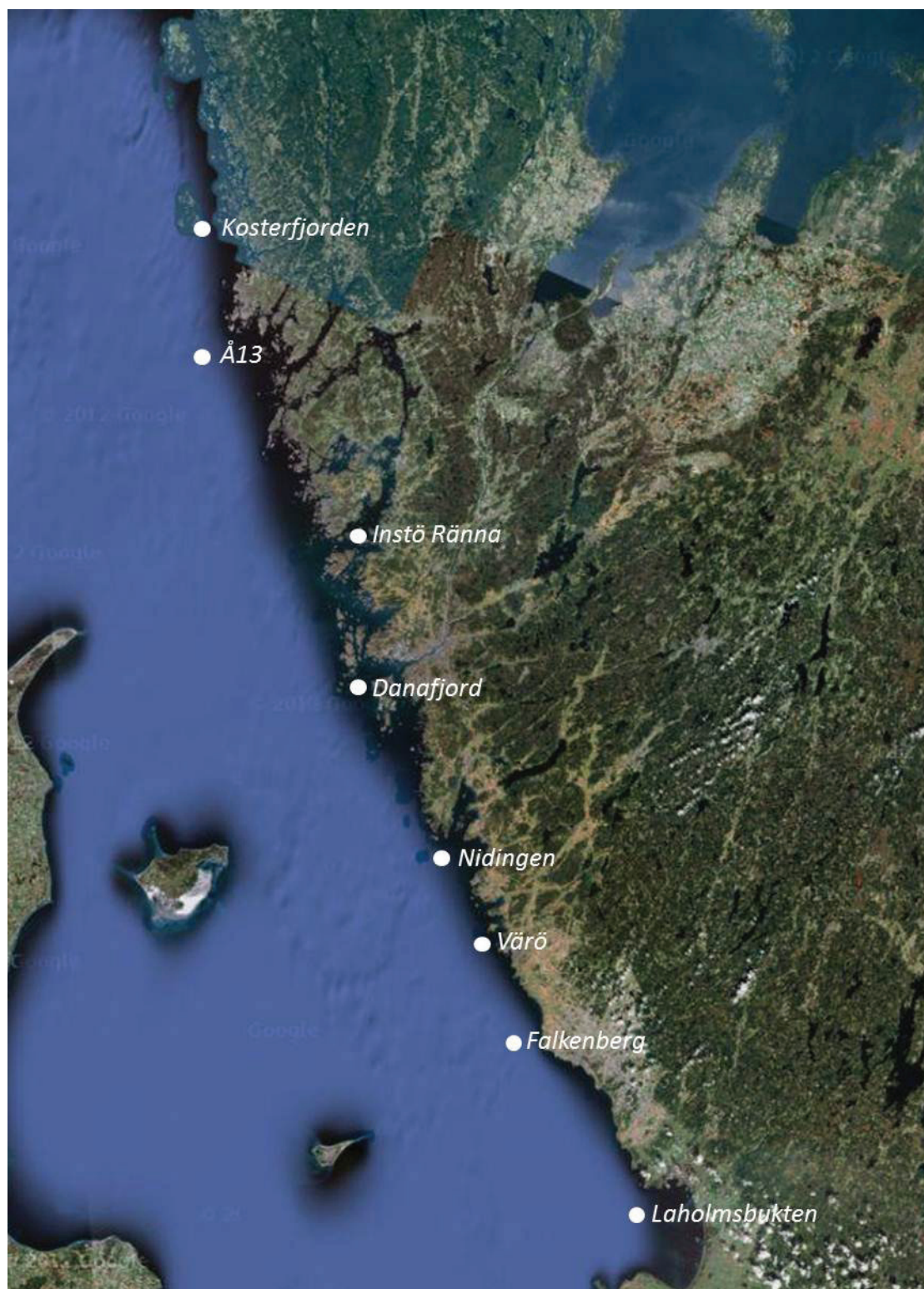
Temperatur, salthalt och syrgasmättnad är tre av de faktorer som är viktiga att kontrollera i odling. Då olika arter har olika hög tolerans för varierande abiotiska förhållanden kommer detta att påverka såväl val av odlingsart som val av odlingsteknik för respektive art. Arter som kräver minimala insatser i form av temperatur- och salthaltsreglering kan odlas i mindre tekniskt komplicerade, och därmed billigare, odlingssystem. Sådana arter har därmed en större chans att kunna odlas på ett ekonomiskt lönsamt sätt. Abiotiska faktorer har dock inte använts för att begränsa urvalet av arter vidare då tekniska lösningar kan möjliggöra odling även av arter vars preferenser inte uppfylls av de förhållanden som finns vid svenska västkusten.

Länsstyrelsen i Västra Götaland har i två rapporter tagit fram underlag som kan användas för att göra vattenbruksplaner på västkusten [108, 109]. I dessa tar man hänsyn till vilka områden som berörs av andra intressen och därför eventuellt är olämpliga för vattenbruk. Vattenbruk bör t.ex. inte bedrivas i områden med hög biodiversitet, såsom ålgräsängar. Man bör också beakta närsaltsbelastningen i området samt hur områden utnyttjas av sjöfarten och i rekreationssyften. Vattenbruket måste dessutom ligga utanför strandskyddszonen om inte särskild dispens är sökt och anhållen. På den svenska västkusten är vindarna ofta nordvästliga eller västsydvästliga och odlingar bör ligga i skydd för dessa vindar för att minska kraftig vind- och vågexponering. Fiskeriverket (idag Havs- och vattenmyndigheten) har föreslagit detaljerade kriterier som bör gälla för vattenbruk. Sammantaget finns en stor mängd information om vart havsbaserade odlingar inte skall placeras men det saknas fortfarande konkreta förslag på vart just fiskodlingar bör placeras. Det saknas också information om vad som skall gälla för landbaserade odlingar. Flertalet av de kandidatarter som är listade i Tabell 2 kommer att helt eller delvis odlas i landbaserade system där vatten pumpas in från havet. Landbaserade system ställer inte anspråk på havsyta annat än för sitt vattenintag och om man dessutom använder sig av recirkulerande system kan man minska utsläppen från odlingen kraftigt eller helt.

Vattenbruk regleras i miljöbalkens förordning om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd. Jordbruksverket har samlat relevant information om hur man går tillväga för detta på sin hemsida [110].

SMHI övervakar abiotiska faktorer och samlar dessa i sin databas Svenska Havsarkivet (SHARK) [111]. Tillgängliga naturliga temperaturvariationer och salt- och syrgashalter på olika djup har hämtats för 8 stationer längs med den svenska västkusten, från Laholm i söder till Kosterfjorden i norr (Fig. 45). Stationerna i sig är inte speciellt uttagna för att vara förslag på potentiella odlingslokaler utan är valda för att representera det svenska kustvattnet i nord-sydlig riktning. Data från tre olika djup redovisas för de flesta stationer men för ett antal grundare stationer redovisas endast data från två djup. Det finns flera stationer samt flera faktorer och djup som kan vara relevanta för odlingssammanhang att hämta i SHARK. I det här dokumentet är data redovisad i tabeller med minimum och maximum under perioden 2008-2011. Sammanfattande grafer med medeltemperaturer, syrgas- och salthalt redovisas månad för månad baserat på perioden 2008-2011. Perioden 2008-2011 hade två ovanligt kalla och långa vintrar (2009-2010 samt 2010-2011). I optimala fall är det fyra mättillfällen (data mätt 1 gång i månaden 2008-2011), men istäcke, dåligt väder och avsaknad av finansiering har medfört att det ibland är färre än fyra mättillfällen. Om det som minimum temperatur är redovisat "is" är inga faktorer på djupare vatten mätta, det året det var is. Det är alltså möjligt att vintertemperaturer i områden där det ligger is skulle kunna vara kallare än nu redovisat, men eftersom mätningar inte görs vid istäcke så finns sådana data inte tillgängliga.

BIOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR MARIN FISKODLING
ABIOTISKA FAKTORER PÅ DEN SVENSKA VÄSTKUSTEN

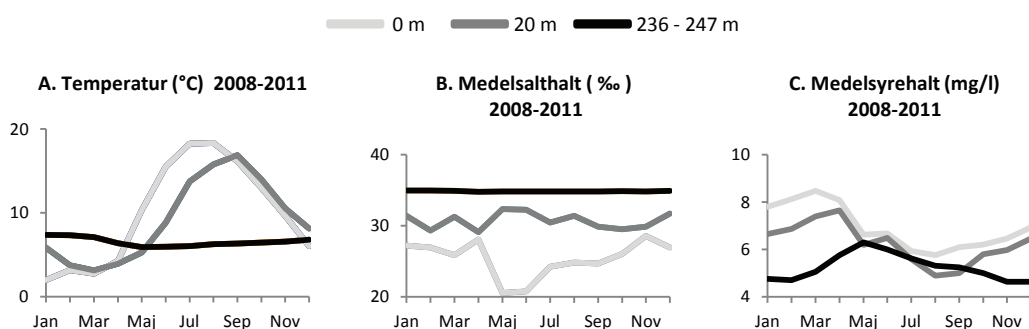


Figur 45. Geografiska områden från vilka data över temperatur, salthalt och syrgashalt har hämtats från Svenska Havsarkivet [111]. Stationerna i sig är inte speciellt uttagna för att vara förslag på potentiella odlingslokaler utan är valda för att representera det svenska kustvattnet i nord-sydlig riktning. Kartan är hämtad från Google Maps.

Kosterfjorden

Tabell 3. Minimum och maximum temperatur, salthalt och syrgashalt mätt i ytvatten, 20 samt 234-247 m djup.

KOSTERFJORDEN (maxdjup ca 247 m)													
Månad	Min /Max	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syrgas (mg/l)	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syrgas (mg/l)	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syrgas (mg/l)
Jan	Min	0	,5	24,4	7,5	20	2,2	27,9	5,8	234-247	6,6	34,9	3,9
	Max		4,0	28,8	8,0		8,7	34,4	7,6		7,9	35,1	5,5
Feb	Min		Is	24,4	7,4		-0,4	24,4	6,4		6,6	34,9	4,0
	Max		4,4	30,3	9,1		6,7	32,5	7,3		8,2	35,1	5,3
Mar	Min		1,1	23,0	7,4		-0,4	28,0	6,8		6,6	34,8	3,5
	Max		4,5	29,0	9,1		5,8	33,1	8,3		8,1	35,0	6,2
Apr	Min		4,1	26,7	7,7		3,7	27,1	7,6		6,2	34,5	5,3
	Max		4,5	31,0	8,7		4,2	31,1	7,8		6,6	34,9	6,3
Maj	Min		8,0	12,4	5,7		4,3	31,7	4,7		5,4	34,8	5,8
	Max		12,6	27,4	7,2		5,9	33,0	7,1		6,4	34,9	6,5
Jun	Min		13,2	18,0	6,6		7,8	32,0	6,1		5,5	34,8	5,8
	Max		17,5	23,7	6,8		9,9	32,5	6,9		6,6	34,9	6,2
Jul	Min	16,7	22,5	5,7	12,3	28,8	5,4	5,5	34,8	5,5			
	Max	20,4	27,3	6,1	15,3	31,6	5,8	6,5	34,9	5,8			
Aug	Min	17,3	22,3	5,6	12,8	28,8	4,1	5,9	34,7	5,2			
	Max	20,1	28,0	6,1	17,3	33,1	5,3	6,6	34,9	5,6			
Sep	Min	14,0	22,8	5,7	16,1	28,0	4,5	6,0	34,8	5,1			
	Max	17,7	27,5	6,4	17,6	32,4	5,7	6,6	34,8	5,3			
Okt	Min	12,0	24,5	5,9	12,0	26,1	5,3	5,7	34,8	4,8			
	Max	14,6	28,0	6,4	14,9	33,1	6,4	7,4	35,0	5,2			
Nov	Min	8,5	25,8	6,4	8,7	26,1	5,7	5,9	34,8	4,2			
	Max	11,0	31,2	6,6	12,4	32,7	6,3	7,1	34,9	4,9			
Dec	Min	1,2	22,2	6,1	3,6	30,5	6,1	6,1	34,8	4,5			
	Max	9,6	33,3	7,8	9,8	33,8	7,1	7,5	35,1	4,9			



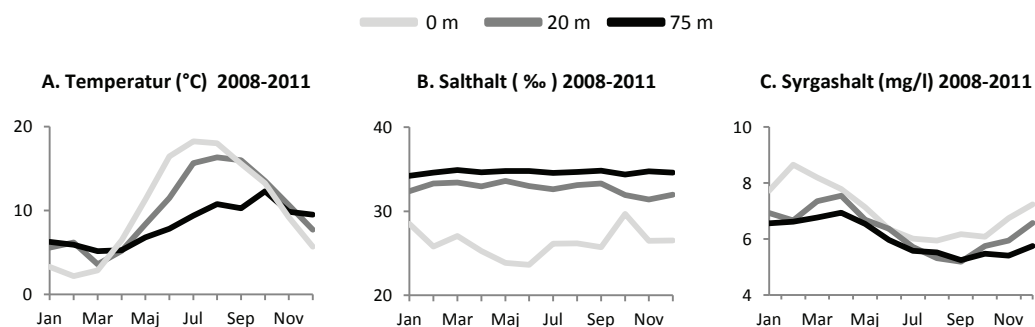
Figur 46. Temperatur (A), salt- (B) och syrgashalt (C) på olika djup av Kosterfjorden redovisat som medell månad perioden 2008-2011.

Faktorerna varierar kraftigt i ytvattnet och till viss del även vid 20 meters djup. Speciellt salthalterna under våren kan variera kraftigt. Det kan förekomma isbildning i området och även vid 20 meters djup kan man periodvis få temperaturer <0°C, vilket talar mot odling på dessa djup. Bottenvattnet är stabilt men det är inte troligt att man måste gå så djup för att få stabilt vatten.

Å13

Tabell 4. Minimum och maximum temperatur, salthalt och syrgashalt mätt i ytvatten, 20 samt 75 m djup.

Å13 (maxdjup ca 120 m)													
Månad	Min /Max	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syrgas (mg/l)	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syre (mg/l)	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syrgas (mg/l)
Jan	Min	0	-1,1	21,2	6,9	20	4,0	31,4	6,1	75	4,2	33,3	5,1
	Max		5,8	32,3	9,3		8,5	33,4	7,3		8,2	35,1	7,2
Feb	Min		Is	22,3	7,0		5,1	31,9	6,0		5,0	34,2	6,4
	Max		5,2	32,4	10,1		8,2	34,6	7,0		6,3	34,9	6,8
Mar	Min		0,8	23,7	7,3		1,8	32,6	6,9		4,0	34,6	6,6
	Max		5,0	31,1	8,9		5,9	33,8	7,8		6,4	35,5	7,0
Apr	Min		5,6	22,4	7,6		4,0	32,5	7,2		4,4	34,5	6,7
	Max		7,0	29,6	8,0		6,3	33,3	8,2		6,1	34,9	7,5
Maj	Min		8,6	17,8	6,9		6,1	33,2	6,3		6,0	34,4	6,2
	Max		12,8	28,3	7,4		10,7	33,9	7,1		7,7	35,1	6,9
Jun	Min		13,3	17,2	6,1		8,7	32,1	5,9		6,9	34,4	5,6
	Max		19,8	30,7	6,6		13,6	34,8	7,3		8,7	35,1	6,4
Jul	Min	16,4	21,3	5,6	14,4	31,8	5,4	7,9	34,0	5,2			
	Max	21,0	32,2	6,4	16,7	33,7	6,3	14,3	35,0	5,9			
Aug	Min	17,0	22,7	5,7	13,4	32,7	5,2	8,2	34,4	5,2			
	Max	18,6	31,7	6,1	17,8	33,8	5,5	14,3	34,8	5,8			
Sep	Min	14,6	20,6	6,1	14,8	32,5	4,8	7,8	34,4	5,0			
	Max	16,3	31,4	6,2	16,7	33,9	5,8	13,8	35,1	5,4			
Okt	Min	12,8	24,5	5,8	12,9	27,0	5,5	9,3	34,1	5,2			
	Max	13,8	32,4	6,5	14,4	33,9	6,0	13,4	34,8	5,6			
Nov	Min	8,1	23,2	6,3	8,8	26,5	5,1	8,6	34,4	5,0			
	Max	10,3	29,8	7,0	12,2	33,9	6,6	10,9	35,1	5,8			
Dec	Min	1,6	23,3	6,7	4,8	30,4	6,3	7,7	34,0	5,3			
	Max	8,1	29,5	8,1	9,7	33,7	7,0	11,1	35,1	6,3			



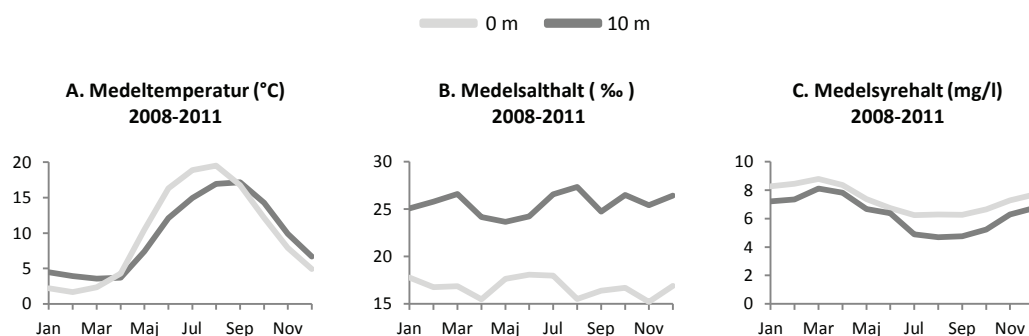
Figur 47. Temperatur (A), salt- (B) och syrgashalt (C) på olika djup vid station Å13 redovisat som medell månad perioden 2008-2011.

Station Å13 har jämfört med Kosterfjorden haft stabilare max- och mintemperaturer vid 20 meters djup under perioden 2008-2011, men trots det kan området få låga vintertemperaturer (kallast 1,8 °C ett av åren i mars). Stationen fryser sällan, men gjorde det t.ex. i februari 2011. Salthalten i ytan varierar kraftigt men är jämnare på 20 m djup. På stationen finns även mätningar från 30,40,50 och större än 75 meters djup.

Instö ränna

Tabell 5. Minimum och maximum temperatur, salthalt och syrgashalt i ytvatten samt 10 m djup.

INSTÖ RÄNNA (maxdjup ca 14 m)									
Månad	Min /Max	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syrgas (mg/l)	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syrgas (mg/l)
Jan	Min	0	Is	15,7	8,1	10	4,3	24,9	7,1
	Max		2,4	19,9	8,4		4,6	25,3	7,3
Feb	Min		Is	13,3	8,4		3,4	24,1	7,3
	Max		2,7	20,2	8,5		4,5	27,5	7,5
Mar	Min		Is	16,8	8,1		1,7	21,6	6,9
	Max		3,5	16,9	9,5		5,4	31,6	9,3
Apr	Min		3,9	13,2	8,3		3,1	23,0	7,6
	Max		4,8	18,7	8,5		4,1	25,2	8,0
Maj	Min		8,9	12,8	7,0		6,1	17,9	6,2
	Max		12,3	22,0	7,7		9,3	29,4	7,1
Jun	Min		14,0	11,7	6,5		11,1	21,9	5,6
	Max		18,5	23,0	7,1		14,2	27,9	7,0
Jul	Min	16,9	14,5	5,8	13,1	21,0	4,4		
	Max	21,2	21,2	6,9	17,0	30,2	5,4		
Aug	Min	17,7	13,5	5,6	16,0	21,0	4,4		
	Max	21,5	19,0	6,6	18,5	31,9	5,4		
Sep	Min	15,7	14,4	6,0	16,7	20,2	2,8		
	Max	17,7	18,2	6,7	17,7	29,8	5,5		
Okt	Min	11,0	13,0	6,4	12,2	20,5	4,5		
	Max	14,6	20,4	6,8	15,1	31,3	6,5		
Nov	Min	6,5	12,7	6,9	8,2	22,6	5,7		
	Max	9,9	17,7	7,6	11,1	28,3	7,1		
Dec	Min	Is	13,8	7,3	1,7	23,3	6,1		
	Max	6,9	19,7	8,6	8,6	29,2	8,0		



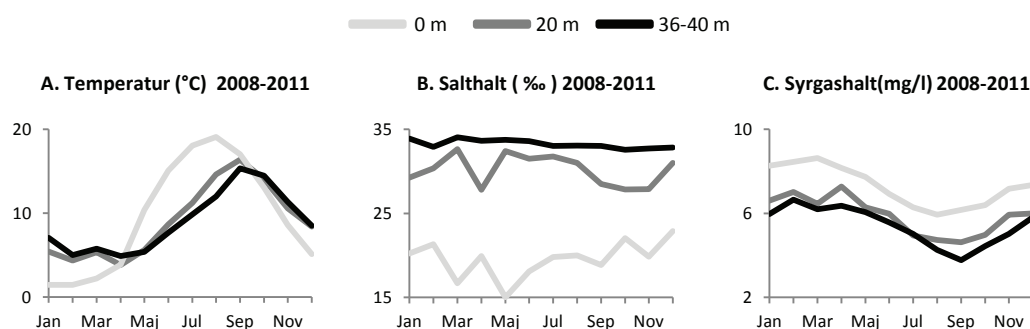
Figur 48. Temperatur (A), salt- (B) och syrgashalt (C) på olika djup vid station Instö ränna redovisat som medel/månad perioden 2008-2011.

Instö ränna har egentligen för grunt vatten för att betraktas som en lämplig lokal för odling/vattenintag. Men området är intressant eftersom det trots att det är kustnära verkar finns få andra intressen i området [108]. Salthalterna i ytvatten ligger för lågt för flera kandidatarters preferensområde. Dessutom är området ofta täckt av is under vintermånaderna.

Danafjord

Tabell 6. Minimum och maximum temperatur, salthalt och syrgashalt mätt i ytvatten samt 20 m djup.

DANAFJORD (maxdjup ca 40 m)													
Månad	Min /Max	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syrgas (mg/l)	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syrgas (mg/l)	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syrgas (mg/l)
Jan	Min	0	Is	16,6	8,0	20	0,9	25,1	5,4	36-40	4,5	33,5	5,1
	Max		3,1	21,9	8,5		8,7	32,8	7,7		8,9	34,3	6,6
Feb	Min		Is	18,6	7,7		3,1	26,9	6,6		3,8	31,2	6,2
	Max		3,5	23,9	9,1		5,6	33,5	7,5		6,1	34,0	6,9
Mar	Min		,9	14,9	8,2		4,4	30,8	5,7		5,5	33,0	5,7
	Max		3,4	20,1	9,5		6,1	34,5	6,9		6,0	34,8	6,8
Apr	Min		3,6	15,1	7,9		2,9	22,6	6,6		3,3	32,5	5,7
	Max		4,0	24,3	8,5		4,6	32,3	7,9		6,1	34,4	6,9
Maj	Min		9,0	9,2	7,7		4,8	29,7	5,9		4,3	33,0	5,8
	Max		11,6	17,8	7,8		6,1	33,7	6,6		6,4	34,7	6,3
Jun	Min		12,2	12,0	6,6		6,6	29,7	5,7		6,0	33,0	5,2
	Max		16,8	22,6	7,2		10,6	33,5	6,4		8,9	34,4	5,7
Jul	Min	16,0	18,1	6,1	9,6	30,7	4,7	7,3	31,5	4,7			
	Max	20,4	21,9	6,6	13,0	33,1	5,2	12,6	34,1	5,4			
Aug	Min	18,0	18,6	5,5	11,9	28,7	4,2	10,1	32,3	3,9			
	Max	20,7	22,7	6,3	17,0	33,4	5,4	15,5	33,7	4,5			
Sep	Min	15,9	15,6	5,9	15,6	24,1	4,1	14,0	32,6	3,5			
	Max	17,7	23,9	6,5	17,6	32,4	5,8	16,7	33,7	4,0			
Okt	Min	12,1	19,4	6,2	12,2	20,5	3,3	13,9	31,6	3,9			
	Max	15,0	26,8	6,6	14,9	32,1	6,4	15,2	33,7	5,3			
Nov	Min	7,4	16,0	7,0	8,8	23,5	5,1	10,2	31,7	4,4			
	Max	10,0	22,3	7,3	11,4	32,7	6,7	12,0	33,6	5,4			
Dec	Min	Is	19,9	6,8	7,2	28,6	5,5	7,0	30,5	5,4			
	Max	7,2	26,8	8,1	9,3	32,4	6,4	9,5	34,7	6,2			



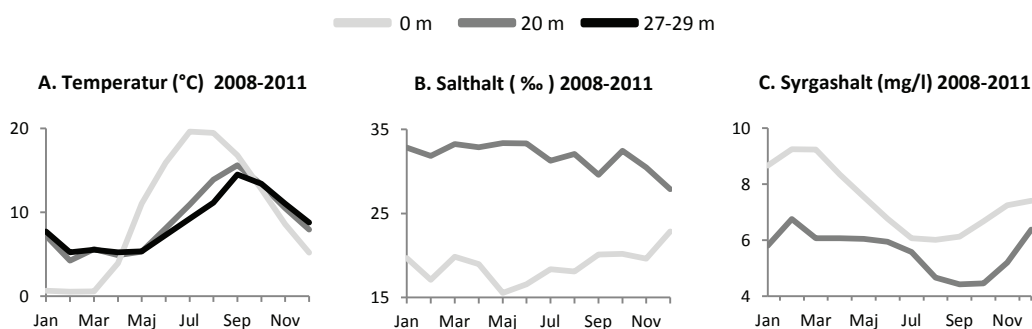
Figur 49. Temperatur (A), salt- (B) och syrgashalt (C) på olika djup vid station Danafjord redovisat som medellmånad perioden 2008-2011.

Stationen är vald för att representera det marina område som påverkas av Göta älvs utflöde. I tabellen kan man se att det är stora variationer i salthalten under delar av året på både 0 och 20 m djup. På 36-40 m stabiliseras salthalten och temperaturen har varierat mellan 3,3 och 16,7 °C, vilket är ett hanterbart spann för flertalet kallvatensarter. Stationen var täckt av istäcke från slutet av december 2009 tills februari 2010 men har annars varit isfri.

Nidingen

Tabell 7. Minimum och maximum temperatur, salthalt och syrgashalt mätt i ytvatten, 20 samt 27-29 m djup.

NIDINGEN (maxdjup ca 29 m)													
Månad	Min /Max	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syre (mg/l)	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syre (mg/l)	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syre (mg/l)
Jan	Min	0	-6	19,5	8,1	20	4,7	27,7	5,4	27-29	5,0	33,2	5,3
	Max		2,9	23,7	8,8		9,7	33,3	7,1		9,5	34,4	6,3
Feb	Min		Is	22,4	9,0		2,7	26,8	6,9		3,9	32,0	6,6
	Max		,5	22,4	9,0		5,5	31,1	7,7		6,0	33,7	6,7
Mar	Min		-3	18,1	8,3		3,8	31,9	5,5		4,2	32,8	5,6
	Max		1,5	25,3	9,8		7,3	34,3	6,9		6,3	34,6	6,9
Apr	Min		3,6	19,2	7,9		3,3	31,1	6,2		4,0	33,6	5,7
	Max		4,5	22,1	8,3		5,7	33,3	6,9		6,0	34,3	6,6
Maj	Min		8,9	14,0	7,0		4,6	28,1	5,7		3,8	32,6	5,6
	Max		12,7	19,5	7,7		6,0	34,1	6,8		6,1	34,4	6,2
Jun	Min		15,0	16,6	6,6		6,8	30,6	6,0		6,7	33,1	5,7
	Max		16,8	19,7	6,7		9,8	33,7	6,4		8,0	34,2	6,1
Jul	Min	19,3	15,6	6,1	7,9	30,0	5,2	7,1	32,6	4,9			
	Max	20,1	21,2	6,3	14,0	33,5	5,7	11,6	33,9	5,3			
Aug	Min	18,6	18,2	5,8	12,6	30,7	4,5	9,6	32,6	4,1			
	Max	20,1	20,4	6,3	15,1	32,6	5,3	12,3	33,3	4,9			
Sep	Min	16,5	18,1	5,9	14,8	29,4	4,3	12,8	32,7	3,6			
	Max	17,1	22,0	6,3	17,1	32,8	4,7	16,4	33,7	4,2			
Okt	Min	11,7	20,1	6,3	10,1	30,9	4,5	10,1	31,9	3,7			
	Max	14,8	25,0	6,9	15,0	33,2	5,4	15,0	34,4	4,8			
Nov	Min	7,0	19,3	7,0	9,0	27,9	5,6	9,5	28,8	4,7			
	Max	10,1	25,5	7,4	11,9	30,5	6,3	12,7	34,6	5,9			
Dec	Min	2,1	21,3	7,0	6,6	22,2	5,3	8,0	28,4	5,3			
	Max	7,0	24,0	8,1	9,0	32,7	7,3	9,7	34,4	6,4			



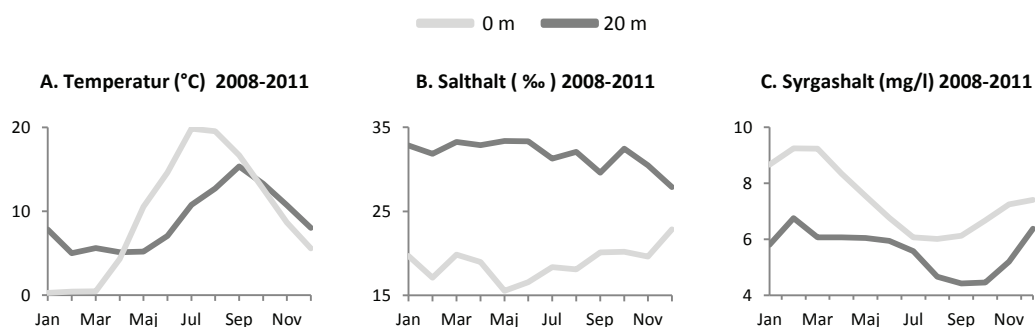
Figur 50. Temperatur (A), salt- (B) och syrgashalt (C) på olika djup vid station Nidingen redovisat som medell/månad perioden 2008-2011.

Salthalterna vid Nidingen varierar inte lika kraftigt som vid Danafjord men är i ytvattnet något lägre än vad som är optimalt för många arter. Nidingen har endast varit täckt av is vid ett tillfälle under perioden 2008 – 2011. Temperaturspannet vid botten (3,8–12,8°C) skulle kunna fungera för vissa kallvattenarter även om hösttemperaturerna oftast är i varmaste laget.

Värö

Tabell 8. Minimum och maximum temperatur, salthalt och syrgashalt mätt i ytvatten samt 20 m djup.

Värö (maxdjup 23 m)									
Månad	Min /Max	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syrgas (mg/l)	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syrgas (mg/l)
Jan	Min	0	-1,0	18,3	8,2	20	6,4	31,4	5,3
	Max		2,7	21,3	9,1		9,4	34,5	6,5
Feb	Min		Is	17,1	9,3		4,1	30,1	6,6
	Max		,4	17,1	9,3		5,5	33,9	6,8
Mar	Min		-,1	18,1	8,7		3,7	31,1	5,0
	Max		1,2	22,8	9,6		7,1	34,4	6,9
Apr	Min		3,7	17,1	8,0		3,9	30,1	5,2
	Max		5,0	20,4	8,8		6,4	33,9	6,7
Maj	Min		9,2	13,5	7,4		3,9	31,3	5,3
	Max		12,1	17,5	7,8		5,9	34,3	6,8
Jun	Min		12,3	13,9	6,5		5,8	32,3	5,6
	Max		17,1	19,0	7,1		8,3	34,1	6,4
Jul	Min		19,0	16,6	5,9		7,5	29,6	5,1
	Max		21,1	20,0	6,3		14,3	33,7	5,9
Aug	Min		18,8	17,7	5,8		11,0	30,7	4,3
	Max		20,0	18,7	6,2		13,8	32,9	4,9
Sep	Min		16,2	19,3	6,0		14,0	23,0	3,7
	Max		17,0	21,7	6,3		16,5	32,5	5,4
Okt	Min		11,6	17,7	6,5		10,6	30,5	4,1
	Max		14,8	24,3	7,0		15,1	34,1	4,8
Nov	Min		7,0	17,9	7,1		9,7	27,0	4,6
	Max		9,9	21,3	7,5		12,3	34,1	6,1
Dec	Min		2,0	21,8	7,1		6,8	22,4	5,1
	Max		6,9	24,2	8,1		9,1	34,0	7,3



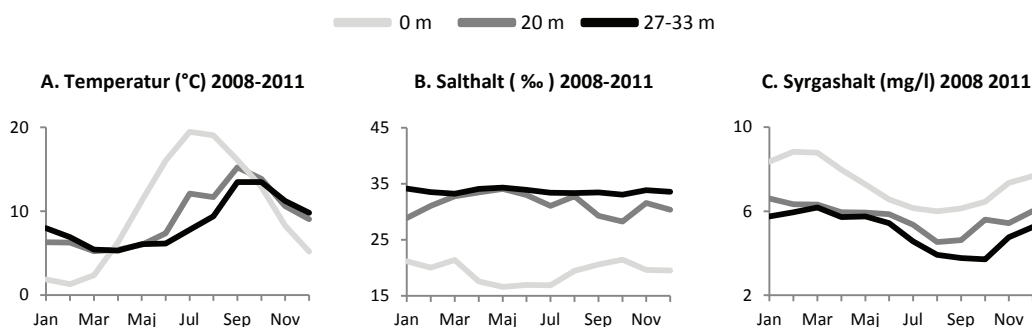
Figur 51. Temperatur (A), salt- (B) och syrgashalt (C) på olika djup vid station Värö redovisat som medell månad perioden 2008-2011.

Ytvattnen vid Värö växlar kraftigt under året, både gällande temperatur, salt- och syrgashalt. Stationen har sällan istäcke men hade det under februari 2010. Stationen är förhållandevis grund och vid 20 meters djup är temperaturspannet 3,7–16,5°C. preferens.

Falkenberg

Tabell 9. Minimum och maximum temperatur, salthalt och syrgashalt mätt i ytvatten, 20 samt 27-33 m djup.

FALKENBERG (maxdjup ca 33 m)													
Månad	Min /Max	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syrgas (mg/l)	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syrgas (mg/l)	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syrgas (mg/l)
Jan	Min	0	-2	19,7	7,6	20	4,3	23,8	5,6	27-33	6,9	33,8	5,4
	Max		4,5	22,9	8,9		8,3	33,0	7,7		9,2	34,5	6,1
Feb	Min		Is	14,7	7,7		4,6	27,0	4,9		5,8	31,7	5,0
	Max		3,9	24,2	9,6		8,4	34,8	7,4		8,4	34,9	6,6
Mar	Min		3	17,8	8,1		3,5	29,9	5,4		4,0	30,5	5,5
	Max		4,5	24,1	10,0		6,7	34,6	6,9		6,7	34,8	6,7
Apr	Min		4,2	15,3	7,6		4,0	32,7	5,2		3,2	33,8	4,9
	Max		8,1	19,9	8,3		6,9	34,4	6,5		6,9	34,5	6,2
Maj	Min		8,8	13,0	7,1		5,7	33,7	5,3		5,8	34,1	5,1
	Max		13,7	19,0	7,5		6,4	34,3	6,3		6,5	34,4	6,1
Jun	Min		12,2	13,6	6,2		5,7	31,5	5,4		5,5	33,7	5,0
	Max		19,1	19,7	7,0		9,5	34,4	6,6		6,8	34,5	6,0
Jul	Min	18,2	13,4	5,8	9,5	28,5	5,0	6,2	33,0	4,2			
	Max	21,3	21,3	6,4	14,8	32,8	6,0	9,9	33,7	5,2			
Aug	Min	17,7	17,2	5,9	9,5	32,5	4,2	8,0	33,2	3,7			
	Max	20,4	20,9	6,3	13,0	33,3	4,8	11,7	33,5	4,2			
Sep	Min	15,4	18,0	6,0	14,3	18,7	3,9	11,3	33,4	3,6			
	Max	17,2	23,2	6,3	16,1	33,4	6,1	14,8	33,6	4,1			
Okt	Min	12,3	17,1	6,2	13,2	27,5	5,3	10,7	32,2	3,1			
	Max	13,6	24,4	6,8	14,8	30,3	5,9	14,5	34,0	4,6			
Nov	Min	7,4	16,9	7,0	9,5	25,8	4,9	9,5	32,5	4,4			
	Max	9,3	23,8	8,1	11,6	34,4	6,1	13,2	34,6	5,1			
Dec	Min	2,1	15,8	7,1	8,3	26,6	5,4	9,2	33,1	4,8			
	Max	7,4	23,9	8,2	9,7	32,1	6,7	10,4	34,4	5,6			



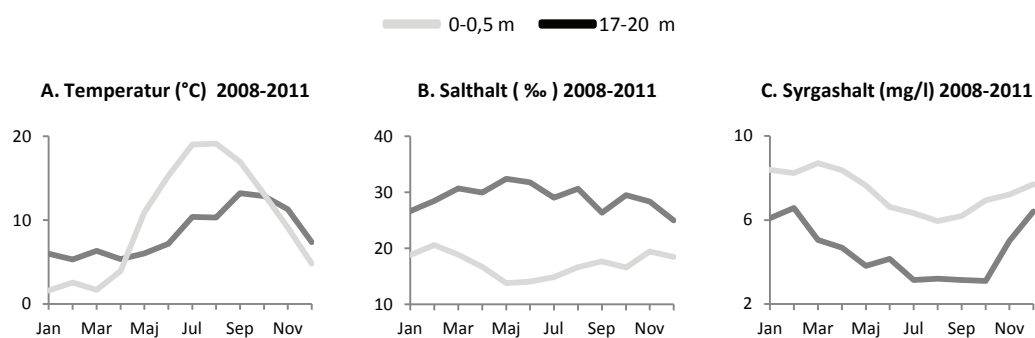
Figur 52. Temperatur (A), salt- (B) och syrgashalt (C) på olika djup vid station Falkenberg redovisat som medelmånad perioden 2008-2011.

Bottenvattnet vid Falkenberg är relativt stabilt även om det som vid andra stationer är svårt att undgå varmare hösttemperaturer. Det är sällan is, men under februari 2011 låg ett istäcke i området. Syrgashalterna vid botten är i lägsta laget för de flesta arters preferens. Salthalten är ojämn både vid ytan och på 20 meters djup men stabilare i bottenvattnet.

Laholmsbukten

Tabell 10. Minimum och maximum temperatur, salthalt och syrgashalt mätt i ytvatten samt på 17-20 m djup.

LAHOLMSBUKTEN (maxdjup ca 20 m)									
Månad	Min /Max	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syrgas (mg/l)	Djup (m)	Temp (°C)	Salthalt (‰)	Syrgas (mg/l)
Jan	Min	0-0,5	15,1	15,1	7,9	17-20	6,0	22,9	5,8
	Max		3,5	20,9	8,8		6,0	30,5	6,4
Feb	Min		19,0	19,0	7,8		3,8	23,8	5,5
	Max		3,6	22,1	8,6		6,8	33,1	7,6
Mar	Min		18,0	18,0	8,1		4,3	25,3	3,6
	Max		3,6	19,4	9,1		8,5	34,3	7,0
Apr	Min		3,6	14,0	8,1		3,8	23,2	2,4
	Max		4,3	19,4	8,6		8,0	34,3	7,0
Maj	Min		8,9	11,6	7,3		4,5	29,2	2,7
	Max		13,7	16,1	8,0		7,6	34,2	5,2
Jun	Min		12,3	11,6	6,6		6,2	28,4	2,7
	Max		16,5	16,5	6,6		8,5	33,3	5,2
Jul	Min		16,2	13,2	5,9		7,6	22,7	1,1
	Max		20,1	16,7	6,5		12,6	33,6	4,7
Aug	Min		18,1	15,4	5,8		8,1	25,8	2,4
	Max		19,7	17,9	6,2		15,3	32,9	4,2
Sep	Min		16,1	16,0	6,0		8,0	24,2	2,2
	Max		17,3	19,2	6,4		16,2	29,6	4,6
Okt	Min		11,3	14,7	6,5		11,5	23,3	,5
	Max		14,7	19,2	7,2		14,3	33,6	4,6
Nov	Min		8,2	17,1	7,0		11,1	24,4	3,1
	Max		10,0	20,7	7,4		11,5	33,2	6,0
Dec	Min		2,0	17,9	7,3		4,3	23,6	5,9
	Max		6,6	19,5	8,3		9,2	26,2	7,3



Figur 53. Temperatur (A), salt- (B) och syrgashalt (C) på olika djup vid station Laholmsbukten redovisat som medellmånad perioden 2008-2011.

Laholmsbukten har låga syrgashalter vid botten, speciellt under sommarhalvåret. Även salthalten kan variera kraftigt under alla delar av året, trots djup på 17-20 m. Temperaturen i ytan varierar kraftigt och var under de stränga vintrarna 2010 och 2011 istäckta.

Kandidarternas odlingspotential på den svenska västkusten

I denna analys kombinerades de biologiska förutsättningarna för respektive kandidatart med de abiotiska förhållandena för den svenska västkusten.

Hälleflundra

Hälleflundran odlas generellt i landbaserade system upp till 500 g och har ett temperaturoptimum på 12-15°C (<50g) eller 10-12°C (50-500g). Inga stationer och djup har några längre perioder av dessa temperaturer. Detta betyder att för landbaserade system bör man ha möjlighet att värma havsvatten. Detta kan ske genom direkt inblandning av varmt sötvatten. Hälleflundran har hög tillväxt vid salthalter ner till 15 ‰ och skulle klara detta utmärkt. De flesta stationer (undantaget ytvattnet) har salthalter på ≥ 30 ‰. Varma temperaturer $>15^\circ\text{C}$ kan utgöra ett problem delar av året om vattnet tas grundare än 20 m djup. Detta medför att det intagna vattnet bör komma från djup >20 m.

Efter 500 g kan hälleflundran odlas i havet (nätburar eller liknande) om det finns lokaler med bra tillväxtförhållanden. Vid denna storlek bör temperaturen ligga mellan 8 och 10°C. Detta kan inte tillgodoses mer än två månader i följd/år (medeltemperatur 2008-2011) vid någon station och något djup.

Många av stationerna har vatten som klarar toleransgränserna för hälleflundra (-1,3 - +20°C), så länge man undviker ytvattnet. Men för optimal tillväxt finns i detta materialet inga stationer och djup som har optimala förhållanden mer än 3 månader/år. Hälleflundran bör optimalt odlas i en syrgashalt på 6 mg/l, men på många stationer och djup ligger syrgashalter under detta. Därför bör hälleflundra på västkusten odlas i system där vattentemperatur och syrgashalten kan kontrolleras. Delar av året kommer vattnet behöva värmas, ibland kanske kylas och för det mesta syresätts.

Tunga

Under lekperioden skall stamfiskarna hållas i temperaturer mellan 8-12°C. Dessa temperaturer kan tillgodoses på flertalet platser och djup på västkusten, åtminstone under delar av året. För ägginkuberingen, som pågår några dygn i 13-15°C, kan den optimala temperaturen finnas på flertalet stationer under sensommarmånaderna. Vid kläckning skall larverna gå i relativt hög temperatur, gärna 19-24 °C och senare delen av tillväxten anses vara optimal vid runt 19°C. Dessa varma temperaturer uppnås sällan på den svenska västkusten.

Tungan har en viss brackvattenstolerans med odlas sällan i salthalter under 25 ‰ [35]. Speciellt ytvattnet, men även på 20 m djup är salthalten lägre än så. Rekommendationer kring syrgashalter har inte hittats men 6 mg/l är för många andra plattfiskar en vanlig optimalhalt. Det betyder att vattnet från vissa platser och djup behöver syresätts. Den slutgiltiga bedömningen för tunga blir att den måste odlas i system där vattentemperatur, syrgashalt och salthalt kan regleras.

Piggvar

Piggvaren har under större delen av livsrytmen behov av varmare vatten än de temperaturer som normalt finns på den svenska västkusten. Leken och inkubation sker vid 13-15°C. Larverna anses växa bra i 18-20°C, en 40-50 g piggvar kan gå i 16-19 °C och senare i tillväxtfasen 16-18°C. Givna temperaturoptimum kan inte tillgodoses mer än 2-3 månader i följd på de stationer och djup som här presenteras (medelvärden/månad perioden 2008-2011). Piggvarens toleransgränser för temperatur är 8-22 °C vilket kan tillgodoses på många stationer under 6-7 månaders tid, från sommaren och en bit in på hösten. Piggvaren kan växa bra i salthalt

ner till 18 ‰ vilket gör att färskvattenresurser kan användas för att få varmare vatten. Ett alternativ är att få tillgång till varmvattensutsläpp från industri. På detta sätt säkras nuvarande enda nordliga piggvarsodlingen i Norge sin tillgång på stabilt varmvatten.

Syrgashalten bör ligga på 6mg/l. Vid 3 mg syrgas/l slutar piggvaren att äta och om nivåerna blir så låga som 0,75-1,3 mg/l så dör individerna. Förutom bottenvattnet i Laholmsbukten är det få andra platser som får syrgasnivåer under 3mg/l men en viss syresättning kan behövas delar av året för att uppnå 6mg/l när vatten tas från andra lokaler och djup. Piggvarsodling på den svenska västkusten bör ske i system där det finns möjlighet att reglera temperatur och syrgashalt.

Havskatterna

Det är stora skillnader i tillväxt mellan havskattarterna, den fläckiga havskatten växer upp till 6 ggr fortare än vanlig havskatt. Det är också därför den fläckiga havskatten är den arten som bör odlas på den svenska västkusten. Detta trots att den egentligen inte ingår i den här studien enligt kriteriet ”svensk marin art”, eftersom den inte reproducerar sig på den svenska västkusten. När två så närbesläktade arter har så olika tillväxt verkar det orimligt att odla arten med sämre tillväxt.

Den fläckiga havskatten bör odlas vid temperaturer kring cirka 10°C (2-10g), cirka 8°C (10-500g) eller 4-6°C (>500g samt lekfisk). Rominkubering bör ske kring 6°C. Om man pumpar havsvatten från tillräckligt stort djup finns det på de flesta av stationerna vatten med temperatur inom eller nära den optimala (4-6°C) under stora delar av året. Få stationer och djup har frekvent och länge haft temperaturer kring 8°C och 10°C. Artens breda tolerans för salthalter, medför möjlighet att blanda ut havsvattnet med färskvatten vid för kalla vintertemperaturer.

Trots att arten vissa delar av året skulle klara utomhusodling i nätbur är detta inte särskilt aktuellt då det är problematiskt att finna lokaler med optimal odlings temperatur under hela året. Därför bör även havskatterna främst odlas i system där vissa abiotiska faktorer kan regleras.

Torsk och lyrtorsk

Det existerar flertalet publicerade artiklar om temperaturoptimum för torsk. En liten fisk kan gå i högre temperaturer och en större i lägre. Vid analys av områden har vi i denna studie valt att fokusera på två spann, dels 12-14°C som enligt en studie är lämplig för fisk i 50 g klassen samt 9-12°C som kan vara lämpligt för lite större fisk. Inga analyserade stationer och djup har några längre sammanhängande temperaturer på 12-14°C. På 75 m djup vid station Å13 finns sammanhängande hösttemperaturer på 9-12°C.

Lyr torsken är inte lika väl undersökt med har ett temperaturoptimum på 12-15°C under tillväxtfasen. Inga analyserade stationer och djup har några längre sammanhängande perioden inom detta temperaturspann.

För optimal tillväxt verkar det svårt att på den svenska västkusten hålla torsk och lyrtorsk i nätkassar. Det är dock enligt SLUs rapport om torskodling fortfarande möjligt för torsk, men lyrtorsk är inte undersökt. I landbaserade anläggningar kan torsk med fördel odlas i låga salthalter vilket öppnar upp för färskvattenintag. Det har inte hittats några studier gällande salthaltstolerans för lyrtorsk men med tanke på att den inte är en frekvent gäst i Östersjön är det troligt att den har lägre tolerans än torsken. Den sammanlagda bedömningen är att det, trots att västkusten inte bjuder på optimala tillväxtförhållanden för någon av arterna, verkar som det är möjligt att bedriva nätkasseodling av torsk på den svenska västkusten. Lyr torsken, som verkar ha ett något varmare temperaturoptimum, är troligen svårare att odla i dessa oregrerade system.

Diskussioner och slutsatser

Studiens omfattning och begränsningar

Denna studie fokuserar i huvudsak på olika marina fiskarters odlingsbiologiska förutsättningar och då med fokus på arter som naturligt förekommer på västkusten. Utveckling av stängda odlingsystem, speciellt landbaserade, recirkulerande system (RAS) skulle också kunna tillåta odling av främmande arter. Vi anser dock att man i en första analys bör fokusera på lokala arter, inte minst med tanke på att dessa redan är välkända på den svenska konsument- och restaurangmarknaden som efterfrågade och goda matfiskar.

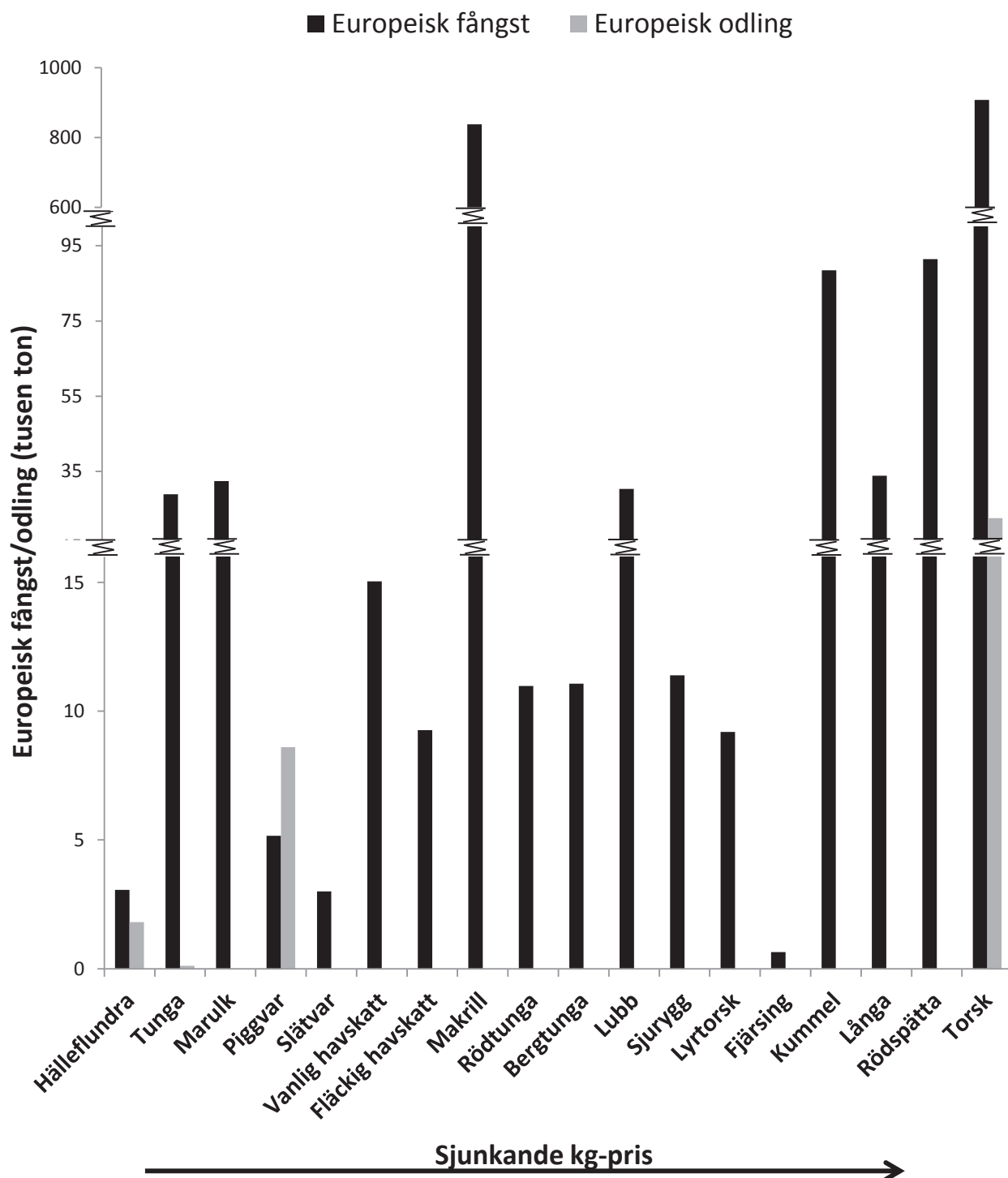
Studien innehåller inte egentliga ekonomiska analyser, vilket är något som behöver göras av en potentiell företagare eller entreprenör, innan man etablerar kommersiell produktion av varje enskild fiskart. Ekonomiska analyser bör baseras på genomtänkta affärsmodeller, där man väger in fler faktorer än de odlingstekniska/biologiska som t.ex. marknadssegment, produktutveckling och värdehöjande åtgärder som förädling och miljömärkningar etc. Produktionskostnader varierar kraftigt mellan arter på grund av skillnader i tillväxthastighet (viktökning/tid och marknadsstorlek), foderutnyttjande (foderkostnaden är normalt den enskilt största kostnaden i en fiskodling), överlevnad (speciellt i larv- och juvenilstadier), fiskens kroppsammansättning (filéprocent) samt de priser som en producent kan få i det första försäljningsledet. Studien presenterar dock många av dessa grundläggande data som kan användas i en ekonomisk analys. Studiens primära selektionskriterier bygger också på försäljningspriser, då vi ansåg det meningslöst att analysera odlingsförutsättningar för arter med så låga marknadspriser att odling med nuvarande, modern teknik inte skulle vara lönsam. I sammanhanget bör dock noteras att som i andra delar av vår marknadsekonomi så kan företagsutveckling byggas på framtida förväntningar av marknaden och inte endast på dagens situation. Etableringen av torskodling i Norge byggde till stor del på förväntat ökande priser, baserat på förväntat minskat fiske och stark efterfrågan. Den överraskande snabba återhämtningen av de vilda norska och isländska torskbestånden, som har sammanfallit med en svagare efterfrågan i Sydeuropa på grund av den finansiella krisen, har dock gjort att torskpriserna har fallit och avsevärt minskad förutsättningarna för en lönsam torskodling inom den närmaste framtiden.

Många av de övriga europeiska fiskbestånden fortsätter dock tyvärr att minska, vilket leder till ökade begränsningar i det kommersiella fisket. Ett aktuellt exempel är att hälleflundrafisket vid Island har totalförbjudits sedan förra året, vilket minskat fångsten av vild Atlantisk hälleflundra och lett till högre priser. Därmed antas att priser på efterfrågade fiskarter generellt sett kommer fortsätta stiga på grund av minskad tillgång.

En ekonomisk aspekt som är viktig för en framtida näring är marknad och konkurrens. För att visualisera förhållande mellan vildfångad och odlad fisk gjordes en graf över samtliga marina arter (med undantag för ål) med kg-pris >20 SEK för förstahandsmottagare (Fig 54). Även om detta inte fanns med som urvalskriterier kan det vara relevant för framtida diskussion att i sammanhanget även studera kvoten mellan mängd odlad och vildfångad fisk. I figur 54 kan man t.ex. se att tunga är en av de arter som har ett högt kg-pris, en väl etablerad marknad (fångas i stora mängder) men nästan obefintlig odlingsproduktion. Piggvaren odlas i dag i större utsträckning än vad den fångas vilt. Flertalet arter med högt kg-pris odlas inte alls.

Studien ger en översikt över viktiga abiotiska faktorer, speciellt temperatur- och syrgasförhållanden på västkusten och i en sammanställning jämfördes de biologiska förutsättningarna för de olika fiskarterna med de abiotiska förhållandena på den svenska västkusten. Studien tar inte upp den komplicerade problematik som rör regelverk, miljökonsekvensanalyser, val av odlingsplatser, tillståndsgivning och tillsyn men Jordbruksverket samt Havs- och vattenmyndigheten arbetar med att se över förutsättningarna för vattenbruket, i samarbete med landsting och kommuner. Studien tar heller inte upp någon detaljerad analys av olika odlingstekniska

Europeisk fångst och odling 2010



Figur 54. Europeisk fångst och odling av svenska marina arter med för förstahandmottagaren kg-pris >20 SEK. Torsk är medtaget trots sitt kg-pris <20 SEK medan ål är borttagen ur analysen på grund av problem att skapa hållbar ålodling. Data är extraherad från Fishstat [15].

lösningar. Detta är nödvändigt för att få en ”helhetsbild” av förutsättningarna för marin fiskodling på västkusten, då olika odlingstekniska lösningar också innebär olika miljöeffekter, se ytterligare kommentarer nedan.

Biologiska och abiotiska förutsättningar

Studiens information om de abiotiska förhållandena understryker det faktum att den svenska västkusten har relativt stora variationer i temperatur med höga sommartemperaturer, speciellt i ytvattnet, och låga under vintern, med isbildning vid kusten.

Den stora säsongsvariationen i temperatur (som till viss grad ger en säsongsåndring i syrgashalter) leder till en av studiens huvudsakliga slutsatser, att fiskodling i öppna system såsom i kustnära nätkassar är problematiskt och knappast kan rekommenderas utan att speciella tekniska lösningar tillkommer. Förutom de svåra praktiska och mekaniska problem som isbildning under vintermånader skapar, så är temperatursvängningarna i sig ett biologiskt problem. För de mer renodlade kallvattensarterna kan höga vattentemperaturer under sommaren (ofta tillsammans med låga syrgashalter) vara direkt dödliga. Detta har exempelvis förekommit i Norge, där nätkasseodlingar av hälleflundra har drabbats hårt vid vattentemperaturer över 20 grader under ovanligt varma somrar. Under vintern hämmar låga vintertemperaturer tillväxten hos de flesta arterna, men speciellt hos de som har högre optimaltemperaturer.

Studien visar att för de allra flesta fiskarterna så ändras optimaltemperaturer under livscykelns gång. Således sker lek och kläckning bäst vid en temperatur, yngeluppväxt vid en annan och optimumtemperatur för juvenil/adult tillväxt för matfiskproduktion kan vara en tredje. Anledningen till detta är förstås att varje art är anpassad till de naturliga ändringarna i temperatur som sker över året. Lek av marina arter äger vanligen rum under vintern, larverna kläcks vid en tidpunkt på våren då växt- och djurplankton finns tillgängligt som föda och en kraftig tillväxtfas äger sedan rum under sommarmånaderna när födotillgången är som bäst.

I odlingssammanhang bör noteras att lekfisken vanligtvis hålls i landbaserade anläggningar då fiskens mognad måste kunna övervakas så att fisken kan strykas vid rätt tidpunkt, eller om den får leka naturligt, att ägg kan samlas upp på ett effektivt sätt. På motsvarande sätt sker ägginkubering, kläckning och larvuppfödning också alltid i landbaserade anläggningar – marina kläckerier. Lekfisk, ägg och larver utgör en ganska begränsad biomassa, men är samtidigt en väldigt värdefull del av odlingsprocessen. Det är därför ganska vanligt att dessa anläggningar har system för temperaturreglering (uppvärmning och nedkylning).

Konflikten mellan de stora årstidsvariationerna i temperatur i kustnära ytvatten och den optimala odlingstemperaturen uppstår därför först senare i processen, under själva matfiskodlingsfasen, då man föder upp juveniler till slaktstorlek. I Danmark har man bemött detta genom att tillämpa en säsongsbunden, marin nätkasseodling av regnbågslax. Juvenila regnbågar (700-800 g) sätts ut i april för att sen slaktas som >3 kg stora i november. För närvarande produceras 9000 ton regnbågslax av 15 odlingar enligt denna modell.

Miljökonsekvenser av fiskodling

Även om denna studie inte analyserat fiskodlingars belastning på miljön, vill vi ändå ge några allmänna kommentarer till detta då det är en central frågeställning för en hållbar utveckling av fiskodling.

Fiskodling som all annan djurproduktion resulterar i utsläpp av kväve och fosfor, i löst och partikulär form. Om/när dessa närsalter når den akvatiska miljön så bidrar de till gödning av naturligt förekommande växtplankton. Om utsläppen är omfattande leder detta till övergödning. Sverige har problem med övergödning av sina kustområden, speciellt i Östersjön, men också på västkusten. Även många insjöar är drabbade. Orsaken är i första hand utsläpp från lantbrukets djurproduktion och gödselspridning. När vattenbruket problematiseras p.g.a. av de närsaltsutsläpp som det kan orsaka bör detta rimligtvis ställas i förhållande till annan djurproduktion. Både det kommersiella vattenbruket (fiskodling) och övrig djurproduktion bör ha samma

villkor och ta samma ansvar för sina närsaltsutsläpp. För närvarande bidrar vattenbruket på västkusten till en minskad näringsbelastning i havet då det endast odlas blåmusslor och ostron, som filtrerar stora vattenvolymer för att ta upp växtplankton som föda. När musslorna sedan skördas sker ett nettoupptag av näringsämnen (kväve och fosfor) ur kustvattnet. Om vattenbruket i framtiden kommer att bestå både av fisk och musslor kan det vara av intresse att diskutera om och hur totalutsläpp från kombinerade mussel- och fiskodlingar, s.k. multitrofa odlingar, ska bedömas.

En av slutsatserna från denna studie är att öppna nätkasseodlingar inte är aktuella, mer än möjligtvis säsongsbundet, p.g.a. variationer i vattentemperaturer. Därmed blir konsekvensen också den att, för att driva fiskodling på västkusten, så bör olika typer av stängda odlingssystem där utsläpp och abiotiska faktorer kan kontrolleras, studeras, utvecklas och användas. Den klassiska typen av stängda odlingssystem är landbaserade anläggningar, där vatten pumpas in i anläggningen. Det inkommande vattnet är då med fördel djupvatten, eftersom det håller jämnare temperatur och är renare från plankton och möjliga parasiter och patogener. I recirkulerande anläggningar kan olika filtersystem användas för att ta bort partikulärt, men också löst kväve och fosfor. Sådana system erbjuder därmed möjligheter till en kraftigt minskad miljöbelastning av fiskodling. Vidare kan temperaturen och syrgashalten i en recirkulerande anläggning regleras och djuren hållas under bättre uppsikt. Dessutom finns även en del logistiska fördelar med en landbaserad anläggning. Landbaserade anläggningar bör också kunna placeras ut på ställen som minimerar konflikter med andra intressen inom kustområdena.

KRAV, ASC (Aquaculture Stewardship Council) och BAP (Best Aquaculture Practice) är olika certifieringsystem för miljövänligt vattenbruk. KRAV har ett väletablerat och utvecklad regelprogram för sin certifiering [112]. ASC-märkningen, som är en motsvarighet till MSC-märkningen för vild fisk, drivs bl.a. av WWF medan BAP drivs av en organisation kallad The Global Aquaculture Alliance. BAP och ASC-märkningen är förhållandevis nya certifieringar och det finns idag inga BAP eller ASC-märkta produkter på den svenska marknaden, men standarder är utvecklade för tilapia, pangasius och lax. BAP har också standarder för dvärgmal [113-115]. En märkning av ASC eller KRAV medför, förutom de miljömässiga fördelarna, också vissa eventuella marknadsmässiga fördelar eftersom produkten hamnar i WWFs fiskguide under kategorin ”smaklig måltid”. Detsamma gäller i dagsläget inte för BAP (hösten 2012).

Odling av marin fisk på västkusten

I denna studie har vi bedömt vilka marina fiskarter som kan vara av intresse för odling på västkusten. Dessa förutsätter tekniska lösningar som möjliggör reglering av abiotiska faktorer såsom syrgashalt och temperatur, samtidigt som det tillåter filtersystem som begränsar närsaltsutsläpp. I stängda odlingssystem går detta att reglera och samtidigt är den odlade fisken inestängd och kan inte rymma och påverka det vilda beståndet – något som har varit ett stort problem med den öppna kassodlingen i Norge.

Studien har framförallt lyft fram fyra lokala marina fiskarter som utifrån sin biologi har goda förutsättningar i odling; hälleflundra, tunga, piggvar och havskatt. Vad gäller havskatten är det den fläckiga havskatten som förefaller bättre ämnad till odling, även om den inte är så vanligt förekommande vid den svenska kusten som den vanliga havskatten. Två torskfiskar, torsk och lyrtorsk, djupanalyserades också och får anses ha en god biologisk odlingspotential, även om de ekonomiska förutsättningarna för torskodling inte verkar finnas för närvarande p.g.a. låga marknadspriser. Lyrtorsk har ett högre marknadspris, men är i stort sett oprövad i odling.

Kandidarter för marin fiskodling på den svenska västkusten

Gemensamt för alla toppkandidaterna är att de tillhör våra allra finaste matfiskar, med relativt höga till mycket

höga marknadspriser. Tre av arterna är plattfiskar; hälleflundra, tunga och piggvar. Dessa har det gemensamt att de kräver yta framför volym då de är bottenlevande (rekommenderat vattendjup i moderna piggvarsodlingar är t.ex. ca 35 cm). Samtidigt föredrar dessa plattfiskar höga tätheter, är fredliga och verkar inte bilda dominanshierarkier, vilket är positivt ur odlingssynpunkt. De är stationära och lägger minimal energi på att simma, vilket medför att största delen av födointaget omvandlas till tillväxt.

Under tillväxtfasen föredrar hälleflundran runt 10°C, men klarar både lägre samt högre temperaturer under begränsade perioder. Översikten över abiotiska förhållanden på västkusten indikerar att det finns flera områden där djupvattenintag från 20 meter eller mer skulle ge en acceptabel temperatur utan någon större temperaturreglering. Tungan och piggvaren föredrar varmare vatten, 18-20°C och behöver därmed viss uppvärmning av odlingssystemen om de ska odlas på västkusten. Huvudsakliga odlingsbiologiska problemområden för plattfiskar är deras yngelutveckling, med små pelagiska larver som kräver levande foder och genomgår en komplicerad yngelutvecklingsprocess (metamorfose) som kan ge upphov till missbildningar och ökad dödlighet. För den kommersiella tungaodlingen verkar det fortfarande finnas problem med en sluten odlingscykel, då vilda hanar behövs för befruktning av ägg.

Havskatten är likt plattfiskarna bottenlevande och kan odlas i liknande system, låga, men stora ytor. Den föredrar också höga tätheter och uppvisar inte aggression i odling. Medan den vanliga havskatten föredrar 9-11°C under odlingsfasen, föredrar den fläckiga havskatten 4-6°C och är därmed den mest utpräglade kallvattensarten av kandidaterna. Märkligt nog indikerar litteraturen en mycket högre tillväxthastighet för den arten som lever vid den lägre temperaturen, något som kanske bör undersökas vidare i försök där båda arterna odlas under identiska förhållanden (förutom temperatur). Den vanliga havskatten skulle därmed kunna odlas likt hälleflundran i områden med djupvattensintag som håller relativt låga, stabila temperaturer. Den fläckiga havskatten ser däremot ut att kräva lägre odlingstemperaturer än de som vanligtvis förekommer på västkusten, förutom i Kosterfjordens djupvatten. Det bör noteras att nedkylning av vatten är energetiskt mer kostsamt än motsvarande uppvärmning, men nedkylning förekommer ändå i recirkulerande, landbaserade anläggningar såsom i piggvarsodlingar i södra Kina (se figur 12). Här vore intressant att få till stånd en odlingsteknisk utredning. Vad gäller havskattodling har det föreslagits att korsning mellan arterna testas. I USA är en vanligt förekommande fisk i odling en så kallad "hybrid striped bass", en korsning mellan "striped bass" och "white bass". Korsningen uppvisar heteros, ett tillstånd då korsningen uppvisar bättre överlevnad och tillväxt än någon av de två korsade arterna. Hybrid striped bass visar också ökad tolerans för extrema temperaturer och låga syrgashalter.

Kandidaten lyrtorsk är pelagisk och skulle med fördel kunna odlas i nätkassar eller andra odlingssystem av den typ som passar laxfiskar och som utvecklats för torsk. Detsamma gäller även för torsk, men arten har det låga kg-priset till nackdel. Trots att lyrtorskens odlingsbiologi är ganska okänd, så skulle det vara av intresse att undersöka om det går att odla lyrtorsk i samma system som torsk. Detta eftersom många aspekter såsom stamfiskhantering, yngelproduktion och fodersammansättning redan finns utvecklad för torsk, medan marknadspriserna för lyrtorsk är nära de dubbla jämfört med torsk.

Framtida perspektiv – samordnade FoU insatser

Denna sammanställning över odlingsbiologiska förutsättningar för marin fiskodling på den svenska västkusten är menad att ge en kunskapsbas, samt fungera som inspiration och ge framtidstro för aktörer som är intresserade av möjligheten att odla några av våra främsta lokala, marina matfiskar. Dessa arter har dock ett gemensamt, vilket är att de betecknas som "nya" i fiskodlingssammanhang, med undantag av piggvar och torsk. Trots de kunskaper som finns återstår det med all sannolikhet en signifikant forsknings- och utvecklingsinsats för

att etablera dessa i odling, speciellt om detta ska ske i mer tekniskt avancerade slutna odlingsssystem och inte i öppna nätkassar.

För att marin fiskodling i Sverige ska kunna gå från teori till kommersiell verklighet behövs samordnade forskningsinsatser mellan forskare från flera discipliner (fysiologi, oceanografi, ekologi, samt flera tekniska områden) och privata aktörer. De första stegen på vägen bör vara någon typ av demonstrationsodling eller ”proof of concept” för enskilda processer, tekniska och biologiska. För att detta ska kunna genomföras på ett bra sätt krävs det en infrastruktur. En infrastruktur som kan betecknas som ett ”marint kläckeri”.

För att understryka denna vision för framtida utveckling av svensk, marin fiskodling, kan man notera hur denna sektor har utvecklats i våra grannländer, Norge, Island och Danmark. I Norge har det statliga Havsforskningsinstitutet (IMR) i Bergen flera stora forskningsanläggningar för vattenbruk, speciellt de i Matre, Austevoll och Parisvannet. Förutom att vara ledande i utvecklingen av den framgångsrika norska laxodlingen, har IMR under de senaste 20 åren varit ledande i utveckling av marint vattenbruk av t.ex. både hälleflundra och torsk. Anläggningen Parisvannet kan t.ex. tillhandahålla torskyngel till privata torskodlare. Samma princip har använts på Island där Havsforskningsinstitutets (Hafró) forskningsanläggning på Staður är Islands enda producent av torskyngel, som kan gå till forskningsprojekt och/eller till privata odlare. I Danmark leder Dansk Teknisk Universitet (DTU) utvecklingen av det nationella vattenbruket genom sektionen DTU-Aqua, som har stora forskningsanläggningar i Hirtshals, där bl.a. odling av nya, marina arter som tunga för närvarande testas.

Slutord

Jordbruksverket har nyligen fastlagt en nationell strategi för svenskt vattenbruk, 2012-2020 som presenteras i dokumentet ”Svenskt vattenbruk – en grön näring på blå åkrar”. Visionen för år 2020 är att ”Svenskt vattenbruk är en växande, lönsam och hållbar bransch med en etisk produktion”. Ett av strategins fastställda mål är ”Nya odlingstekniker utvecklas och odling av fler arter prövas genom samverkan mellan bransch och forskning”. Det är vår förhoppning vid Vattenbrukscentrum Väst, som står bakom denna odlingsbiologiska analys av svenska, marina fiskarter lämpliga för odling, att denna rapport kommer att vara ett viktigt bidrag i diskussionen om hur man kan nå fram till detta mål. Vår ambition är också att följa upp denna rapport med andra som belyser den tekniska utvecklingen av odlingsystem och som inkluderar ekonomiska förutsättningar för dessa, samt hur de olika systemen kan bidra till ett annat av de i strategin fastställda målen som lyder ”Svenskt vattenbruk kännetecknas av ringa miljöpåverkan”.

Tack

Författarna vill rikta ett särskilt tack till alla de personer som med sina kunskaper bidragit till rapportens innehåll, bland dem: Birgitta Norberg vid Havsforskningsinstitutet, Bergen, Atle Foss på Akvaplan Niva, Tromsø, Grethe Adoff på Norsk Sjømatsenter, Bergen, Robbert Blonk vid IMARES, Wageningen, Jonas Ericson på Havs- och vattenmyndigheten, Göteborg, Charlotta Järnmark på WWF, Stockholm och Friederike Ziegler på Institutet för Livsmedel och Bioteknik, Göteborg.

Finansiärer

Arbetet med denna rapport är finansierat av Naturvetenskapliga fakulteten vid Göteborgs universitet, Västra Götalandsregionen samt av Europeiska Fiskerifonden via Fiskeområde Bohuslän

Referenser

1. Statens offentliga utredningar, 2009. Det växande vattenbrukslandet. SOU, 26.
2. Quéméner, L., M. Suquet, D. Mero, and J.-L. Gaignon, 2002. Selection method of new candidates for finfish aquaculture: the case of the French Atlantic, the Channel and the North Sea coasts. *Aquatic Living Resources*, 15 (5), 293-302.
3. Le François, N.R., H. Lemieux, and P.U. Blier, 2002. Biological and technical evaluation of the potential of marine and anadromous fish species for cold-water mariculture. *Aquaculture Research*, 33 (2), 95-108.
4. KPMG AS Senter for havbruk og fiskeri, 2003. Planmessig igangsetting av nye arter i oppdrett.
5. Setälä, J., J. Vielma, J. Koskela, A. Honkanen, K. Saarni, T. Jokelainen, M. Suvanto, M. Kankainen, och J. Virtanen, 2007. Utvecklingsalternativ för hållbar fiskodling på Åland. Rapport från Vilt och Fiskeriforskningsinstitut.
6. Havs- och vattenmyndigheten, Avräkningsnotor beställda av myndigheten, augusti 2012.
7. Fiskeridirektoratet. Kostnad per kilogram 2008-2010. Hämtad 2011-09-01 från <http://www.fiskeridir.no/statistikk/akvakultur/loennsomhet/matfiskproduksjon-laks-og-regnbueoerret>
8. Bailey, J., J. Pickova, and A. Alanaerae, 2005. The prerequisites for, and potential of, cod farming in Sweden. *Fiskeriverket Informerar*, 12.
9. Fishbase. Atlantic halibut. Hämtad 2012-06-05 från <http://www.fishbase.org/summary/speciessummary.php?id=1371>
10. Svensk Fisk. Hälleflundra. Hämtad 2012-06-05 från <http://www.svenskfisk.se/fiskarter-och-fisket/vanliga-arter/halleflundra.aspx>
11. Fiskeri-og Havbruksnæringens Landsforening - Fiskerinæringens kompetansecenter, 2005. Kveite - En "hellig" fisk i oppdrett. FHL Havbrukfolder.
12. Artdatabanken. Artfaktablad *Hippoglossus hippoglossus*. Hämtad 2012-06-05 från <http://www.artfakta.se/SpeciesFact.aspx?TaxonId=102145>
13. International Union for Conservation of Nature. *Hippoglossus hippoglossus*. Hämtad 2012-06-05 från <http://www.iucnredlist.org/details/10097/0%202012>
14. Världsnaturfonden. WWFs Fiskguide - När du ska köpa miljövänlig fisk. Hämtad 2012-06-16 från <http://www.wwf.se/vrt-arbete/hav-och-fiske/ww-fs-fiskguide/1243694-ww-fs-fiskguide-nr-du-ska-kpa-miljvnlig-fisk>
15. Food and Agriculture Organization of the United Nations. FishStatJ - software for fishery statistical

- time series. Hämtad 2012-06-26 från <http://www.fao.org/fishery/statistics/software/fishstatj/en>
16. Sterling™ white halibut. The product piece by piece. Hämtad 2012-08-27 från <http://www.sterlingwhitehalibut.com/theproduct/piece-by-piece>
 17. Roth, B., M.D. Jenssen, T.M. Jonassen, A. Foss, and A. Imsland, 2007. Change in flesh quality as associated with early maturation of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*). *Aquaculture Research*, 38 (7), 757-763.
 18. Norberg, B., Forskare Austevoll, Norge. Personlig kommunikation, Augusti 2012.
 19. Sterling™ white halibut. Hämtad 2012-08-27 från <http://www.sterlingwhitehalibut.com>
 20. Brown, N., 2010. Halibut aquaculture in North America. In: Daniels, H.V. and Watanabe H. V. (ed) *Practical Flatfish Culture and Stock Enhancement*. Wiley-Blackwell.
 21. Howell, W.H. and M.D. Chambers, 2005. Growth performance and survival of Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) growth in submerged net pens. In: Hendry, C. I. and Howell, W. H. (ed) *Aquaculture Canada super(OM) 2004: Proceedings of the Contributed Papers of the 21 super(st) Annual Meeting of the Aquaculture Association of Canada, Quebec City, QC, October 17-20, 2004*. 35-37.
 22. Atlantic marine aquaculture center. Finfish aquaculture - Halibut. Hämtad 2012-06-27 från http://oaa.unh.edu/finfish/finfish_halibut.html
 23. Imsland, A.K., 2010. The flatfishes (Order: Pleuronectiformes). In: Francois, L.M., Jobling, M., Carter, C. and Blier., P. (ed) *Finfish Aquaculture Diversification*. Cabi.
 24. Imsland, A.K., A. Gústavsson, S. Gunnarsson, A. Foss, J. Árnason, I. Arnarson, A.F. Jónsson, H. Smáradóttir, and H. Thorarensen, 2008. Effects of reduced salinities on growth, feed conversion efficiency and blood physiology of juvenile Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture*, 274 (2-4), 254-259.
 25. Taranger, G.L., M. Carrillo, R.W. Schulz, P. Fontaine, S. Zanuy, A. Felip, F.-A. Weltzien, S. Dufour, Ø. Karlsen, B. Norberg, E. Andersson, and T. Hansen, 2010. Control of puberty in farmed fish. *General and Comparative Endocrinology*, 165 (3), 483-515.
 26. Babiak, J., I. Babiak, S. van Nes, T. Harboe, T. Haugen, and B. Norberg, 2012. Induced sex reversal using an aromatase inhibitor, Fadrozole, in Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus* L.). *Aquaculture*, 324-325 276-280.
 27. Olsen, A.B. and H. Hellberg, 2012. The health situation in Norwegian Aquaculture 2011. Rapport från Norwegian Veterinary Institute.
 28. Fishbase. *Solea solea*. Hämtad 2012-08-15 från <http://www.fishbase.org/summary/Solea-solea.html>

BIOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR MARIN FISKODLING
REFERENSER

29. Pethon, P. and U. Svedberg, 1989. Fiskar. Stockholm, Prisma.
30. Artdatabanken. Rödlistan. Hämtad 2012-06-07 från <http://www.slu.se/sv/centrumbildningar-och-projekt/artdatabanken/rodlistan/sok-i-rodlistan/>
31. International Union for Conservation of Nature. The IUCN red list of threatened species. Hämtad 2012-09-16 från <http://www.iucnredlist.org/>
32. Avella, M.A., I. Olivotto, S. Silvi, C. Ribecco, A. Cresci, F. Palermo, A. Polzonetti, and O. Carnevali, 2011. Use of *Enterococcus faecium* to improve common sole (*Solea solea*) larviculture. *Aquaculture*, 315 (3–4), 384-393.
33. Overton, J.L., S.J. Steinfeldt, and P.B. Pedersen, 2010. The effects of grading on the growth and survival of juvenile Dover sole (*Solea solea* L.). *Aquaculture Research*, 42 (1), 31-39.
34. Schram, E., J.W. Van der Heul, A. Kamstra, and M.C.J. Verdegem, 2006. Stocking density-dependent growth of Dover sole (*Solea solea*). *Aquaculture*, 252 (2–4), 339-347.
35. Howell, B., P. Canavata, R. Prickett, and L. Conceicao, 2006. The cultivation of Soles. Report of a 3rd workshop held at CIFPA El Toruno, Cadiz, Spain.
36. Imsland, A.K., A. Foss, L.E. Conceicao, M.T. Dinis, D. Delbare, E. Schram, A. Kamstra, P. Rema, and P. White, 2003. A review of the culture potential of *Solea solea* and *S. senegalensis*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 13 (4), 379-408.
37. Baynes, S.M., B.R. Howell, T.W. Beard, and J.D. Hallam, 1994. A description of spawning behaviour of captive Dover sole, *Solea solea* (L.). *Netherlands Journal of Sea Research*, 32 271-275.
38. Blonk, R., Forskare IMARES, Holland. Personlig kommunikation, september 2012.
39. Svensk Fisk. Piggvar. Hämtad 2012-08-07 från <http://www.svenskfisk.se/fiskarter-och-fisket/vanliga-arter/piggvar.aspx>
40. Wikipedia. Turbot. Hämtad 2012-08-07 från <http://en.wikipedia.org/wiki/Turbot>
41. WWF, 2012. WWFs konsumentguide för mer miljövänliga köp av fisk och skaldjursprodukter. http://www.wwf.se/source.php/1447823/WWF_FISKGUIDE_STOR_2012.pdf.
42. Danacher, D. and E. Garcia-Vazquez, 2007. Turbot - *Scophthalmus maximus*. Genimpact final scientific report, 55-61.
43. Adoff, G., Norsk Sjømatcenter. Personlig kommunikation, September 2012.
44. Imsland, A., E. Schram, B. Roth, R. Schelvis-Smit, and K. Kloet, 2007. Improving growth in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus* Rafinesque) by rearing fish in switched temperature regimes. *Aquaculture International*, 15 (5), 403-407.

45. Lei, J.-L. and X.-F. Liu, 2010. Culture of turbot - Chinese perspective. In: Daniels, H.V. and Watanabe H. V. (ed) *Practical Flatfish Culture and Stock Enhancement*.
46. Person-Le Ruyet, J., 2002. Turbot (*Scophthalmus maximus*) Grow-out in Europe: Practices, Results, and Prospects. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2 (1), 29-39.
47. Imsland, A.K., A. Foss, S. Gunnarsson, M.H.G. Berntssen, R. FitzGerald, S.W. Bonga, E.V. Ham, G. Nævdal, and S.O. Stefansson, 2001. The interaction of temperature and salinity on growth and food conversion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 198 (3-4), 353-367.
48. Nissling, A., U. Johansson, and M. Jacobsson, 2006. Effects of salinity and temperature conditions on the reproductive success of turbot (*Scophthalmus maximus*) in the Baltic Sea. *Fisheries Research*, 80 (2-3), 230-238.
49. Francois, N., M. Jobling, C. Carter, and P. Blier, 2010. *Finfish aquaculture diversification*. Cabi.
50. Axelsson, A. Varar i svenska vatten. Hämtad 2012-08-09 från http://www.undervattensbilder.se/files/nr3_2003.pdf
51. Chereguini, O., I G. De La Banda, I. Rasines, and A. Fernández, 2002. Growth and survival of young turbot (*Scophthalmus maximus L.*) produced with cryopreserved sperm. *Aquaculture Research*, 33 (8), 637-641.
52. Zheng, K., W. Fang, F. Kong, Q. Chang, and M. Liang, 2010. Feeding rhythm and optimal feeding time for turbot *Scophthalmus maximus L.* juvenile. *Fishery modernization/Yuye Xiandaihua*, 37 (5), 26-30.
53. Nielsen, L. and U. Svedberg, 2006. *Våra fiskar*. Stockholm, Prisma.
54. Foss, A., A. K. Imsland, I.-B. Falk-Petersen, and V. Øiestad, 2004. A review of the culture potential of spotted wolffish *Anarhichas minor Olafsen*. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 14 (2), 277-294.
55. Curry-Lindahl, K., 1985. *Våra fiskar: havs- och sötvattenfiskar i Norden och övriga Europa*. Stockholm, Norstedt.
56. Artdatabanken. Artfaktablad *Anarhichas lupus*. Hämtad 2011-11-03 från <http://www.artfakta.se/GetSpecies.aspx?SearchType=Advanced>
57. Andersson, K. Havskatt. Hämtad 2012-06-07 från <http://hem.passagen.se/kent.andersson/havskatt.htm>
58. Norsk Fisk. Havskatt. Hämtad 2012 från <http://www.norskfisk.se/Fiskskolan/Vaara-fiskar/Havskatt>
59. Falk-Petersen, I.-B., A. Foss, and H. Tveiten, 2003. Flekksteinbit i oppdrett - status og utfodringer. *Havbruksrapport*, 2.4, 38-43.

BIOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR MARIN FISKODLING
REFERENSER

60. Foss, A., 1998. Organsatoriske og markedsmessige forhold ved oppdrett av kveite och steinbit. Økonomisk Fiskeriforskning, 8, 133-144.
61. Sparboe, L.O., 2000. Flekksteinbit: status i utvecklingsarbeidet of utfordringer fremover. In *NRF avslutningskonferens for marina arter i oppdrett, Bergen, 14-16 februari*.
62. Moksness, E., 1994. Growth rates of the common wolffish, *Anarhichas lupus L.*, and spotted wolffish, *A. minor* Olafsen, in captivity. *Aquaculture Research*, 25 (4), 363-371.
63. Smak av kysten. Flekksteinbit. Hämtad 2011-11-07 från <http://www.google.se/url?sa=t&rct=j&q=oppdrett%20steinbit&source=web&cd=13&ved=0CCoQFjACOAo&url=http%3A%2F%2F>
64. Kulfisk. Flekksteinbit. Hämtad 2011-11-07 från <http://www.kulfisk.no/bunnsteinbit1.htm>
65. Foss, A. and L.O. Sparboe, 2009. Spotted wolffish culture. Hämtad 2011-11-07 från <http://pdf.gaalliance.org/pdf/GAA-Foss-May09.pdf>.
66. Foss, A., Forskare Akvaplan niva. Personlig kommunikation, September 2012.
67. Fisheries and Oceans Canada. Farming saltwater fish in Qubec: The spotted Wolffish shows promise. Hämtad 2011-11-07 från <http://www.dfo-mpo.gc.ca/science/publications/article/2011/09-07-11-eng.html>
68. Mortensen, A., H. Toften, and K. Aas, 2007. Cage culture of spotted wolffish (*Anarhichas minor* Olafsen). *Aquaculture*, 264 (1-4), 475-478.
69. Olsen, A. and L.O. Sparboe, 2003. Oppdrett av flekkstienbit. FHL Havbrukfolder.
70. Svensk Fisk. Torsk. Hämtad 2012-04-26 från <http://www.svenskfisk.se/fiskarter-och-fisket/vanliga-arter/torsk.aspx>
71. Svensk Fisk. Bleka. Hämtad 2012-04-26 från <http://www.svenskfisk.se/fiskarter-och-fisket/vanliga-arter/bleka.aspx>
72. Ivarsson, A. Fiskbasen. Hämtad 2012-09-27 från www.fiskbasen.se
73. Artdatabanken. Artfaktablad *Gadus morhua*. Hämtad 2012-04-12 från http://www.artfakta.se/Artfaktablad/Gadus_Morhua_206142.pdf
74. Artdatabanken. Artfaktablad *Pollachius Pollachius*. 2012-04-13 från http://www.artfakta.se/Artfaktablad/Pollachius_Pollachius_206146.pdf
75. Andersson, K. Torsk. Hämtad 2012-04-18 från <http://hem.passagen.se/kent.andersson/>


76. Suquet, M., D. Parfouru, P. Paquotte, S. Girard, and J.L. Gaignon, 2000. Method for selection of new marine fish species: The case of pollack (*Pollachius pollachius*). In: Suquet, M. (ed) *Recent advances in Mediterranean aquaculture finfish species diversification. Proceedings of the Seminar of the CIHEAM Network on Technology of Aquaculture in the Mediterranean (TECAM), jointly organized by CIHEAM and FAO, Zaragoza (Spain), 24-28 May 1999.* 127-133.
77. Karlsbakk, E., A. Nylund, K.F. Ottem, T.E. Isaksen, and O. Bergh, 2008. Theme Session D: Emerging disease in Norwegian aquaculture: francisellosis. In: Karlsbakk (ed) *ICES Annual Conference & Meeting, 2008, 22-26 September, Halifax, Canada.*
78. Person-Le Ruyet, J., V. Buchet, B. Vincent, H. Le Delliou, and L. Quemener, 2006. Effects of temperature on the growth of pollack (*Pollachius pollachius*) juveniles. *Aquaculture*, 251 (2-4), 340-345.
79. Suquet, M., Y. Normant, J.L. Gaignon, L. Quéméner, and C. Fauvel, 2005. Effect of water temperature on individual reproductive activity of pollack (*Pollachius pollachius*). *Aquaculture*, 243 (1-4), 113-120.
80. Björnsson, B., A. Steinarsson, and T. Árnason, 2007. Growth model for Atlantic cod (*Gadus morhua*): Effects of temperature and body weight on growth rate. *Aquaculture*, 271 (1-4), 216-226.
81. Lambert, Y. and J.-D. Dutil, 2001. Food intake and growth of adult Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) reared under different conditions of stocking density, feeding frequency and size-grading. *Aquaculture*, 192 (2-4), 233-247.
82. Björnsson, B., M. Litvak, E.A. Trippel, and M. Suquet, 2010. The codfishes (Family Gadidae). In: Francois, L.M., Jobling, M., Carter, C. and Blier, P. (ed) *Finfish Aquaculture Diversification*. Cabi.
83. Björnsson, B., A. Steinarsson, M. Oddgeirsson, and S.R. olafsdottir, 2012. Optimal stocking density of juvenile Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) reared in a land-based farm. *Aquaculture*, 356-357, 342-350.
84. Hansen, T., Ø. Karlsen, G.L. Taranger, G.-I. Hemre, J.C. Holm, and O.S. Kjesbu, 2001. Growth, gonadal development and spawning time of Atlantic cod (*Gadus morhua*) reared under different photoperiods. *Aquaculture*, 203 (1-2), 51-67.
85. Rideout, R.M., E.A. Trippel, and M.K. Litvak, 2004. The development of haddock and Atlantic cod sperm cryopreservation techniques and the effect of sperm age on cryopreservation success. *Journal of Fish Biology*, 65 (2), 299-311.
86. Walden, J., 2000. The Atlantic Cod: The Potential For Farming In Shetland. *Fisheries Information Note*, 3.
87. Olsen, Y., 1997. Larval-rearing technology of marine species in Norway. *Hydrobiologia*, 358 (1), 27-36.

BIOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR MARIN FISKODLING
REFERENSER

88. Omnes, M.-H., A. Severe, H. Barone, M. Suquet, V. Buchet, A. Le Roux, J.-L. Gaignon, A. Fostier, and C. Fauvel, 2002. Growth and reproductive performances of juveniles and sexually mature pollack *Pollachius pollachius* in different conditions. In: *Seafarming Today and Tomorrow, Proceedings of Aquaculture Europe, Trieste, Italy, October 16–19, 2002*.
89. Adoff, G. Mortality disease and vaccination - status and future solutions. Cod Framing in Nordic countries, Reykjavik, September 2011. Hämtad 2012-09-27 från <http://www.sjavarutvegur.is/codfarm11/pdf/s1-grethe.pdf>
90. Treasurer, J., T. Atack, A. Rolton, J. Walton, and R. Bickerdike, 2011. Social, stocking density and dietary effects on the failure of farmed cod *Gadus morhua*. *Aquaculture*, 322-323, 241-248.
91. Havsforskningsinstitutet, 2011. Er steril triploid torsk redninga for torskeoppdrett? Havsforskningsnytt, 11.
92. Adoff, G., F.C. Skjennum, and R. Engelsen, 2002. Experience and prospects of Norwegian cod farming. In: Parsons, G.J. and Adoff, G. (ed) *Progress in cod farming: Research to commercialisation. Proceedings of a special session held at Aquaculture Canada 2001, Halifax*. 8-11.
93. Suquet, M., B. Petton, Y. Normant, A. Dosdat, and J.L. Gaignon, 1996. First rearing attempts of pollack, *Pollachius pollachius*. *Aquatic living resources/Ressources vivantes aquatiques*. Nantes, 9 (2), 103-106.
94. Svensk Fisk. Hämtad 2012-06-16 från <http://www.svenskfisk.se/>
95. Fishbase. Hämtad 2012-09-27 från www.fishbase.org
96. Havs- och vattenmyndigheten. Fångststatistik yrkesfisket Hämtad 2012-06-16 från <http://www.havochvatten.se/tillstandsprovning-och-tillsyn/tillsyn/yrkesfiske/fangststatistik-yrkesfisket.html>
97. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2006. Lumpfish caviar - from vessel to consumer. *FAO fisheries technical paper*, 485.
98. Benfey, T.J. and D.A. Methven, 1986. Pilot-scale rearing of larval and juvenile lumpfish (*Cyclopterus lumpus L.*), with some notes on early development. *Aquaculture*, 56 (3–4), 301-306.
99. Crozier, W.W., 1989. Age and growth of angler-fish (*Lophius piscatorius L.*) in the North Irish Sea. *Fisheries research*, 7 (3), 267-278.
100. Bagge, O., 2004. The biology of the greater weever (*Trachinus draco*) in the commercial fishery of the Kattegat. *ICES Journal of Marine Science*, 61 (6), 933-943.
101. Burnett, J., M.R. Ross, and S.H. Clark, 1992. Several biological aspects of the witch flounder (*Glyptocephalus cynoglossus L.*) in the Gulf of Maine-Georges Bank region. *Journal of Northwest Atlantic Fishery Science*, 12 15-25.

BIOLOGISKA FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR MARIN FISKODLING
REFERENSER

102. Mendiola, D., P. Alvarez, U. Cotano, and A. Martinezde Murguia, 2007. Early development and growth of the laboratory reared north-east Atlantic mackerel *Scomber scombrus L.* *Journal of Fish Biology*, 70 (3), 911-933.
103. Mendiola, D., L. Ibaibarriaga, and P. Alvarez, 2007. Thermal effects on growth and time to starvation during the yolk-sac larval period of Atlantic mackerel *Scomber scombrus L.* *Journal of Fish Biology*, 70 (3), 895-910.
104. Mendiola, D., Y. Yamashita, M. Matsuyama, P. Alvarez, and M. Tanaka, 2008. *Scomber japonicus, H.* is a better candidate species for juvenile production activities than *Scomber scombrus, L.* *Aquaculture Research*, 39 (10), 1122-1127.
105. Fjermestad, A., G.-I. Hemre, J.C. Holm, G.K. Totland, and L. Frøyland, 2000. Effects of different dietary fat levels in cage-fed Atlantic mackerel (*Scomber scombrus*). *European Journal of Lipid Science and Technology*, 102 (4), 282-286.
106. Rungruangsak-Torrissen, K. and J.E. Fosseidengen, 2007. Effect of artificial feeding on digestive efficiency, growth and qualities of muscle and oocyte of maturing Atlantic mackerel (*Scomber Scombrus L.*). *Journal of Food Biochemistry*, 31 (6), 726-747.
107. Havbruk, 1999. Catch and cultivate. 15 (5), 44-44.
108. Bergström, P., 2011. Vattenbruksplan för Västra Götaland - Marina områden. Rapport från Länsstyrelsen Västra Götalands län.
109. Bergström, P., 2009. Vattenbruksplan för Kosterhavets Nationalpark. Rapport från Länsstyrelsen Västra Götalands län.
110. Jordbruksverket. Odling av fiskar och andra vattenbruksdjur. Hämtad 2012 från <http://www.jordbruksverket.se/amnesomraden/odling/odlingavfiskarochandravattenbruksdjur.4.4b2051c513030542a9280003795.html>
111. SMHI. Svenska Havsarkivet, SHARK. Hämtad 2012-06-06 från http://www.smhi.se/oceanografi/oce_info_data/SODC/overview.htm
112. KRAV. Regler vattenbruk. Hämtad 2012-09-27 från <http://www.krav.se/KravsRegler/7/>
113. Aquaculture Stewardship Council. Standards, Certification and Accreditation. Hämtad 2012-09-27 från <http://www.asc-aqua.org/index.cfm?act=tekst.item&iid=6&iids=290&lng=1>
114. Aquaculture Stewardship Council. Download centre. Hämtad 2012-09-27 från <http://www.asc-aqua.org/index.cfm?act=tekst.item&iid=6&lng=1#zxoalohfhgef>
115. The Global Aquaculture Alliance. Best Aquaculture Practices Program Hämtad 2012-12-12 från <http://www.gaalliance.org/bap/standardsdevelopment.php>



För närvarande förekommer ingen havsbaserad fiskodling längs Sveriges västkust. Samtidigt finns det en tydlig politisk vilja att svenskt vattenbruk skall utvecklas som näringsgren. I denna rapport undersöks odlingspotentialen för marina fiskarter som förekommer i svenska vatten. Analysen visar att arterna hälleflundra, tunga, piggvar, vanlig och/eller fläckig havskatt, lyrtorsk och torsk har goda förutsättningar för att kunna odlas. Rapporten bidrar med kunskapsunderlag för en framtida handlingsplan för lokal, marin fiskodling.



EUROPEISKA UNIONEN
Europeiska fiskerifonden

En satsning på hållbart fiske



FISKEOMRÅDE
BOHUSLÄN



VÄSTRA
GÖTALANDSREGIONEN