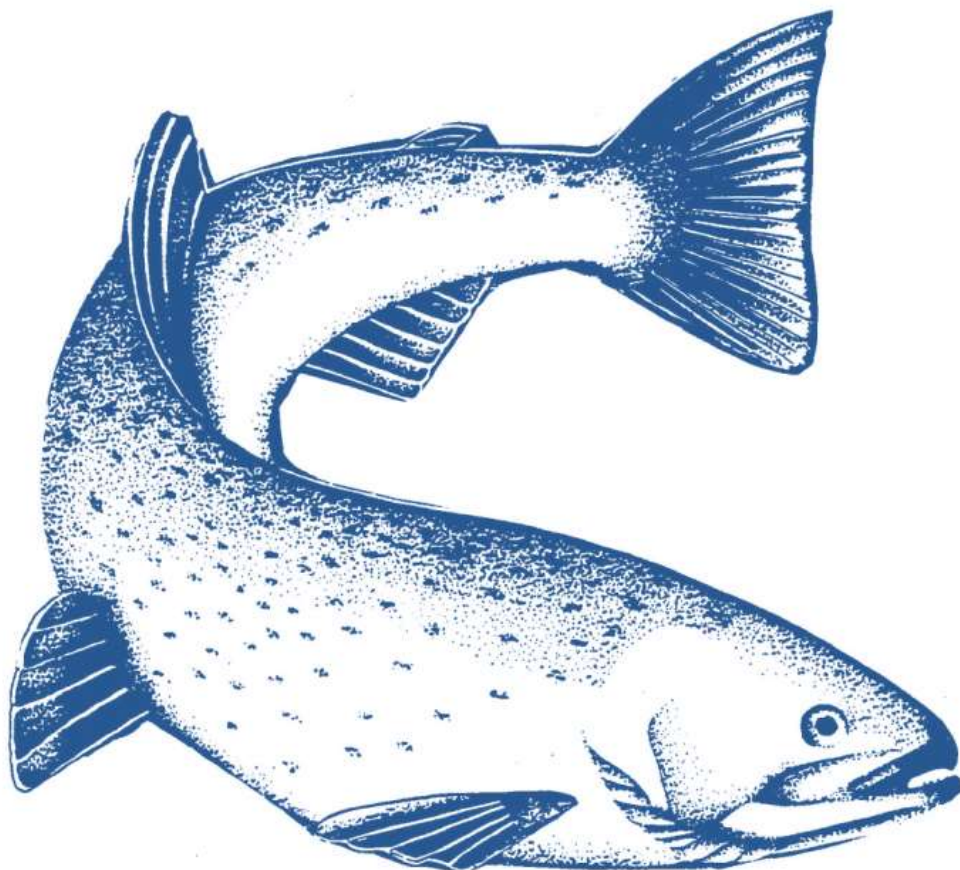


Mervärde ur fiskrens



Projektrapport

Författare: Bernt Bergman

Publikation nr: 2017:01
ISBN 978-952-9735-30-8
ISSN 2243-397X

HÖGSKOLAN PÅ ÅLAND
ÅLAND UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



EUROPEISKA UNIONEN
Europeiska havs- och fiskerifonden



Ålands
landskapsregering

Innehåll

Mervärde ur fiskrens	1
Summering	3
Inledning.....	3
Bakgrund	4
Begränsande faktorer.....	5
Biproduktförordningen.....	5
Dagsläget	6
Död fisk.....	6
Mervärde ur fiskrens	7
Historia	7
Behandling av fiskrens.....	8
Ensilering	8
Behandling.....	8
Hantering som restråvara.....	9
Användning av fiskrens.....	9
Fiskrensens huvudkomponenter.....	10
Olja	10
Kvalitetskrav	10
Proteiner.....	12
Vatten (separeringsrest).....	13
Separering	13
Bearbetning	13
Produkter.....	14
Fett (olja) som fodertillsats	14
Eldningsolja	15
Biodiesel	15
Fordonstester	17
Glycerol.....	17
Omega-3 olja	18
Proteiner.....	18
Tillstånd	18
SWOT analys.....	19
Slutsats	20
HACCP (HACCP- Hazard Analysis and Critical Control Points)-principerna	20

Summering

Projektet "Mervärde ur fiskrens" påbörjades i januari 2017 och har pågått fram till början av december då de sista uppgifterna till rapporten och den ekonomiska uppföljningen slutfördes. Under genomförandet av projektet har projektledaren och delar av styrgruppen besökt Nordlaks i Nordnorge som är en av de företag som kommit längst i återvinning av fiskrens. Det är också i Norge som fiskodlingen har utvecklats snabbast och mängden fiskrens blivit så stor att man varit tvungen att hitta effektiva lösningar för hanteringen. I och med detta utgör norsk litteratur basen för denna rapport, där mycket finns att tillgå fritt via internet.

Under projektperioden har en provtagningsserie på fiskrens från Nordic Trout genomförts för att bestämma den procentuella mängden rens i förhållande till fiskens totalvikt och för att bestämma storleken hos de innehållsfraktionerna; fett (olja), protein och vatten. Motsvarande prov har vid ett tillfälle gjorts på fiskrens från Fifax Ab därifrån också proteiner och olja separerats för genomförande av andra tester, bland annat eldning i oljebrännare och prov med att använda proteiner som ingrediens i sällskapsdjursfoder.

Vidare har Storfjärdens Fisk Ab; s biodieselanläggning använts till att producera biodiesel och produkten har använts som fordonsbränsle i Ålands Yrkesgymnasiums fordon. Yrkesgymnasiet har gjort ett jämförelsetest mellan biodiesel från fiskolja och vanlig diesel och resultatet är presenterat längre ner i rapporten.

Slutsatsen är att fiskrens är idag en dåligt utnyttjad resurs och att det finns mer lönsamma alternativ än att använda rens till pälstdjursfoder. En enkel gravitationsseparering kan ge fiskolja och protein/vattenblandning, två nya produkter vars marknadsvärde är högre än obehandlat fiskrens. Mer förfinad teknik ökar värdet ytterligare men kräver också större ekonomiska insatser.

Inledning

Den 2.1.2017 påbörjades arbetet med "Projektet Mervärde ur fiskrens" med syftet att undersöka möjligheterna och förutsättningarna att skapa mervärde ur restprodukten fiskrens på Åland. Projektet har genomförts med stöd från Ålands Landskapsregering och Europeiska Havs- och Fiskerifonden. Projektet koordinerades av Högskolan på Åland.

Arbetet har genomförts genom studier av tidigare befintligt material, experiment, sammanställning av ny information och mätresultat från fältstudier. I projektet har också ingått studier av fordonstester av biodiesel och användningen av biobränsle för uppvärmning.

I styrgruppen har följande personer och organisationer deltagit:

Ordförande: Robert Mansén, Ålands Teknolog- och Energicentrum, sekreterare/projektledare: Bernt Bergman Högskolan på Åland, Florian Haug, Högskolan på Åland, Ulf Simolin, Mariehamns Stad, Rosita Broström, Ålands Fiskodlarförening r.f., Dan Jansén, LR infrastrukturavdelningen, Henry Lindström, Ålands Producentförbund r.f., Sixten Sjöblom, Petrolax Ab.

Till projektet har också en referensgrupp hört, vilken har bestått av följande personer och organisationer: Ålands Landsbygdscentrum, Högskolan på Åland, Ålands Teknolog- och Energicentrum, Ålands Gymnasium, fordons- och transportteknik, Ålands Teknikkluster r.f., Företagarna på Åland r.f., Ålands Renhållning Ab, Ålands Fiskförädling Ab, Brändö Lax Ab, Flisö Fisk

Ab, M.A.T. Fish Ab, Röde Orm Ab, Viking Line Buss, Eckerölinjen Buss, Fifax Ab, Chipsters Ab, Ålands Fiskare.

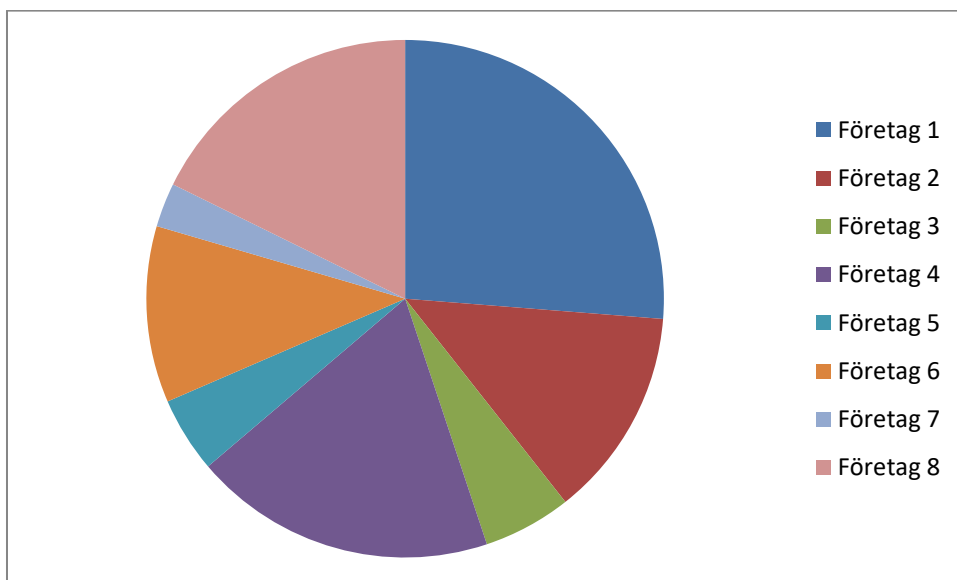
Projektledaren har besökt samtliga fiskodlingar på Åland, några av dem vid ett flertal tillfällen samt deltagit i en exkursion till Sveriges Lantbruksuniversitet i Uppsala för att bekanta sig med flugkompost. Kompostmetoden kunde tänkas vara ett alternativ till behandling av död fisk eller restprodukter från rensen. Projektledaren har även besökt sällskapsdjursfodertillverkare och pälsdjursfodertillverkare i Sverige och på Åland för att utröna möjligheterna att använda fiskrensen som råvara.

Projektledaren och medlemmar ur styrgruppen gjorde en studieresa till Nordlaks på Böröya, Stokmarknes i Nordnorge i början av mars för att bekanta sig med deras system för behandling av fiskrens. Deras biotekniska avdelning är en av de som har kommit längst i utvecklingen inom området och de producerar olja och proteiner som används till fiskfoder men kan också producera högkvalitativ laxolja för humankonsumtion. Reserapporten från besöket finns bifogad denna rapport.

Projektet presenterades vid seminariet FoU den 17 maj på Högskolan på Åland samt vid seminariet Cirkulär Blå Ekonomi den 5 oktober vid Smakbyn i Kastellholm.

Bakgrund

Det producerades cirka 2500 ton fiskrens på Åland 2016. I detta är inberäknat fisk odlad i Åländska vatten, importerad fisk som slaktas i åländska slakterier och slakteriavfall från förädlingsindustrin. Mängden rens från åländsk frifångad fisk är liten och inte heller inkluderad i ovannämnda summa. Den art som odlas på Åland är till 99 % regnbåge (*Oncorhynchus mykiss*).



Diagrammet ovan visar den ungefärliga fördelningen av fiskrens för de aktörer som finns på den åländska marknaden. Observera att några delar i diagrammet motsvarar fisk som importerats av samma företag som har åländsk produktion och att också rester från förädlingsmarknaden ingår.

Storfjärdens fisk Ab har producerat biodiesel från fiskrens i mer än tio år och en stor del av produktionen har använts av bussbolaget Röde orm som fram till år 2016 hade entreprenaden för lokaltrafiken med buss i Mariehamn.

Sixten Sjöblom och Ulf Grüssner är personerna bakom företagen som arbetat med att föra fram biodiesel som ett alternativ till fossilt bränsle och de har också varit pådrivande för att få igång detta projekt.

Ålands Teknolog- och Energicentrum har dragit upp riktlinjerna som godkänts av Ålands Landskapsregering (LR). Fiskeribyrån har ordnat finansiering via EU; s havs- och fiskerifond (85 %) och resterande står LR för.

Begränsande faktorer

För att fiskrenset ska kunna ge ett mervärde måste användningen anpassas till hur befintliga EU regler för hälsobestämmelser, livsmedel, hygien och biprodukter ska tolkas. Fiskrens kan antingen utgöra restråvara eller biprodukt och utgående från detta gäller helt olika krav för processer och hantering.

Trots att Norge inte är med i EU har norrmännen varit med vid utvecklingen av regelverket gällande hantering av fiskrens och där har man också kommit längst i utvecklingen. Bestämning av till vilken grupp (restråvara eller biprodukt) fiskrenset hör är bra förklarat i ett faktablad¹⁾ från augusti 2011 utgivet av fiskeri- och havsbruksnäringens landsförening. I faktabladet finns också information om Norges deltagande vid framtagning av EU; s biproduktförordning (1069/2009). Här nedan är en fri översättning av förklaringen:

”Av all vildfisk och fisk från havsbruk som skall bli till mat för människor, kommer delar av råvaran inte vara ägnad eller möjlig å bruka direkte till konsumtion. Detta kallar vi biprodukter och restråvara.

Biprodukter: Detta är de delar av fisken som inte kan användas som näringsmedel, dvs. mat till människor. Död fisk behandlas också som biprodukt. Biprodukter kan användas till produktion av djurfoder eller till tekniska ändamål som produktion av bioenergi och biokemikalier till farmaceutiska- eller kosmetikaindustrin.

Restråvara: Detta är puts, huvud, ryggben, mage och inälvor från mottagning, slakt och bearbetning. All restråvara som uppstår vid slakt och vidareförädling av fisk kan användas till livsmedelsproduktion. Förutsättningen är att råvaran i alla steg hanteras i enlighet med livsmedelregelverket (i första hand EU förordningarna 852 och 853/2004).

Restråvara kan bearbetas vidare till produkter som fiskolja, fiskhydrolysat med mera, för användning som livsmedel, ingredienser för livsmedel eller som kosttillskott.”

Fiskrenset på Åland hanteras idag inte så att man kan använda benämningen restråvara och lyder därför under biproduktförordningen. Åtgärder för att kunna räkna renset som restråvara behandlas längre ner i rapporten.

Biproduktförordningen

Man kan inte genomföra ett projekt som handlar om fiskrens utan att nämna EU; s biproduktförordning (1069/2009)²⁾ som reglerar hanteringen av animaliska biprodukter och som i viss

mån begränsar användningsmöjligheterna. Förordningen har tillkommit för att minska riskerna för spridning av patogener vid användningen av restprodukter från slakterier och andra livsmedelsproducenter.

Fiskrens benämns i artikel 10 j) som "Animaliska biprodukter från vattenlevande djur från anläggningar som tillverkar produkter som är avsedda att användas som livsmedel." Detta innebär att fiskrens generellt klassas som kategori 3-material.

I förordningen bestäms hur bortskaffande och användning av kategori 2- (artikel 13) och 3-material (artikel 14) kan genomföras och att "material från vattenlevande djur, ensileras, komposteras eller omvandlas till biogas".

I artikel 15 sägs även att genomförandeåtgärder får fastställas gällande ensilering av material från vattenlevande djur och att medlemsstater får, i avvaktan på att regler antas, anta eller behålla nationella regler för ensilering av material från vattenlevande djur. I artikel 35 och 36 bestäms om utsläppande på marknaden av sällskapsdjursfoder och andra framställda produkter.

Av detta kan sammanfattas att fiskrens i enlighet med biproduktförordningen kan ensileras, komposteras eller omvandlas till biogas samt till foder för sällskapsdjur och pälsdjur om riskerna för människors och djurs hälsa kontrolleras genom säker behandling och/eller användning av säkra källor. Användningen som pälsdjursfoder förutsätter att man följer artiklarna; 37 gällande säker källa, 38 gällande säker behandling och slutligen artikel 39 gällande säker slutanvändning (om säker behandling inte säkerställer tillräcklig kontroll). Samma regler gäller för användning av rensat till foder för sällskapsdjur.

För att säkerställa ovannämnda krav på säker behandling och säkra källor bör den så kallade HACCP principen användas vid hanteringen av rensat. HACCP principen beskrivs i slutet av rapporten.

Dagsläget

Utgångsläget för det åländska fiskrenset är att det ensileras och säljs som foder till pälsdjursindustrin vilket också är möjligt enligt 1069/2009 utan vidare åtgärder. Det är också möjligt enligt förordningen att använda rensat till sällskapsdjursfoder. Pälsdjursindustrin betalar fiskodlarna för fodret och priset varierar, det ligger när detta skrivs på cirka 15 c/kg.

Genomförandeförordningen³⁾ 142/2011 beskriver åtgärder som krävs för att rensat ska kunna användas på annat sätt än till pälsdjurs- eller sällskapsdjursfoder och kräver i princip att materialet skall steriliseras i enlighet med någon av de sju metoderna beskrivna i förordningen.

Död fisk

Dödligheten i fiskodling är cirka 3-5 % av odlingskapaciteten och rör sig om cirka 250-400 ton/år för Ålands del. Död fisk som flyter plockas dagligen bort av personalen på odlingarna. Död fisk som sjunker till botten på odlingskassen är svår att upptäcka och rensas ur kassarna mer oregelbundet. På grund av risken för eventuella patogener skall död fisk inte hanteras tillsammans med färskt eller ensilerat fiskrens. Den döda fisken kan efter sterilisering komposteras eller användas för att producera biogas. På Åland komposteras död fisk av Ålandskomposten och kostnaden är år 2017

mellan 60-80 €/ton plus transport. Död fisk ingår inte i projektbeskrivningen och kommer därför inte att behandlas i denna rapport.

Mervärde ur fiskrens

I Norge har man arbetat med fiskodling längre än här och man har också satsat stora resurser på att utveckla system för tillvaratagande av biprodukter. En stor del av informationen i denna rapport har hämtats från publikationerna^{4,5}: "Fra utkast til inntekt (2000)" och "Råvarer med muligheter (2007)". Dessa båda publikationer har några år på nacken men beskriver långt vad som är möjligt att göra med fiskrens. Publikationerna är utgivna av den numer nedlagda stiftelsen "Rubin" som bildades 1992 för att arbeta med ökad och mer lönsam användning av biprodukter från fiskeri- och fiskodlingsnäringen i Norge.

Norsk fiskindustri och forskning har sedan ändrat policy vilket innebär att det mesta av senare utgivet material är upphovsrättsskyddat och endast tillgängligt genom att betala för läsrättigheterna. Eftersom det inte går att avgöra vilken nytta innehållet i en skyddad text skulle vara för projektet utan att man kan läsa genom den har sådana texter inte använts.

Historia

Traditionellt har en mycket begränsad del av fiskrenset tagits tillvara i våra vatten. Rom från lake, sik abborre, torsk och gädda har tillretts på olika sätt och det finns åtminstone någon ännu som kokar gäddlevern och blandar den med rommen. Säkerligen har fiskrens i någon mån använts som foder för gris och fjäderfä men dokumentation över användningen är sparsam, för att inte säga obefintlig.

Norrmännens användning av biprodukter från fisk finns dokumenterad allt sedan 1400 talet då den italienske sjömannen Piero Querini i en reseskildring från Nordnorge beskriver hur lokalbefolkningen använder fiskskinn för att täcka över hål i sina kåtor. I Norge har man använt allt från tran till lampolja och skinn som sandpapper, till och med insulin har producerats av bukspottkörteln från marulk (!).

Mängderna med fiskrens har alltid varit mycket större i Norge än här och har därmed också skapat större problem. Man behövde en lösning på problemen och utvecklingen tog fart på sjuttioalet då Fiskeriteknologiska forskningsinstitutet i Tromsø bildades vilket inledde den "moderna" hanteringen av fiskrens.

Den stora utmaningen var att hitta en enkel och kostnadseffektiv konserveringsmetod som kunde användas på stora mängder fiskrens. Blockfrysning var en möjlighet som man hade goda erfarenheter av vid försäljning av pälsdjursfoder till Finland.

Forskarna kom fram till att konservering med syra, så kallad ensilering, kunde vara en bra metod. En mängd olika syror testades och man kom fram till att myrsyra var den mest effektiva. Inom norsk fiskerinäring används myrsyra, koncentration mer än 85 %, vanligtvis med tillsats av Ethoxyquin⁶ (0,5-1,0 %), en antioxidant som bromsar fettets (oljans) härskningsprocess.

Behandling av fiskrens

Oavsett med vilken produkt och till vilken marknad man riktar sig med fiskrenset så är en sak gemensam; renset förstörs mycket snabbare än själva fiskköttet och måste därför konserveras eller förädlas snarast.

Det finns många konserveringsmetoder att välja mellan; isning i lådor, lagring i kylrum, saltning, infrysning, ensilering, torkning, konservering, mm. Användningen av renset bestämmer vilken behandlingsmetod som väljs. På Åland ensileras i princip allt fiskrens men ett framtida scenario kan vara att hantera renset som färskvara för att öka dess värde. Man använder däremot inte myrsyra med tillsatsen Ethoxyquin som i Norge. Förädlingsindustrin på Åland fryser ner restprodukterna som sedan säljs som foder till pälsdjursindustrin.

Ensilering

Ensilering är den metod som används av åländska (och de flesta andra) fiskodlingar för att förlänga livslängden på fiskrenset. Detta görs genom att myrsyra tillsätts antingen som en procentuell del av flödet från rensbord och/eller maskiner eller så att renset samlas i en tank och att en mängd syra tillsätts utgående från volymen av renset i tanken.

Fiskrens är en känslig färskprodukt och syrningen behöver göras så snabbt som möjligt efter att fisken rensats. Detta för att renset ska kunna användas till vidareförädling.

Renset från laxfiskar kräver en tillsats av 1-1,5 % syra för att nå det optimala pH värdet som ligger på 4. Om fiskavfallet innehåller ben konsumeras en del av pH värdet av kalciumet och tillsatsen av syra kan då behöva ökas upp till 3,5 %. Mätning av pH bör ske regelbundet, speciellt då avfallet innehåller huvud och ryggben.

Ensilerat fiskrens används, som tidigare nämnts till pälsdjursfoder och detta finns speciellt nämnt i biproduktförordningen och genomförandeförordningen. Kunderna, pälsdjursindustrin, finns mestadels i norra Finland och normalt samlas därför fiskrens under en till några veckor tills en tillräckligt stor mängd finns som gör transporten lönsam. Pälsdjursfodret som produceras av ensilaget kan innehålla maximalt 15-20 % fiskrens.

Ensilerat fiskrens kan också användas som råvara till produktion av foder till sällskapsdjur.

Ensilaget kan även efter förädling/efterbehandling också användas som grisfoder eller vid fjäderfäuppfödning. Detta kräver dock en sterilisering i enlighet med biproduktförordningen. .

Behandling

Vid temperaturer över 5°C påbörjar en enzymatisk nedbrytning av den ensilerade massan, så kallad autolys. En höjning av temperaturen upp till 40-50°C snabbar upp processen. Vid autolysen bryts renset ner i mindre beståndsdelar. I en syrefri miljö skiljer sig fett (olja) och protein/vatten från varandra och kan enkelt tas till vara genom gravitationsseparering. Separering görs inte med fiskrens som används i pälsdjursindustrin eftersom fett (oljan) är bra för pälsdjurets tillväxt och man är därför också mindre intresserad av att ta emot fiskrens var oljan har tagits bort.

Vid mekanisk utvinning används oftast en så kallad trikanter⁷⁾, en trefasseparator som skiljer olja, proteiner och vatten från varandra.

Vattnet innehåller relativt höga nivåer av kväve och fosfor som kunde användas som gödning vid växtodling.

Hantering som restråvara

I biproduktförordningens (1069/2009) andra artikel bestäms tillämpningsområdet och här beskrivs att fiskrens (som enligt tidigare kan anses som restråvara eller biprodukt) genom ett irreversibelt beslut av driftsansvarig ska omfattas av förordningen. Det är alltså den driftsansvarige som avgör om rensen skall ses som biprodukt eller livsmedel. Om denne inte beslutar att rensen ska omfattas av förordningen så är det alltså fortfarande en restråvara men då måste det också behandlas i enlighet med livsmedelskraven i hygienförordningarna^{8,9)} 852, 853/2004.

Förordning 853/2004 berättar att råvaror (vid framställning av fiskolja) avsedda att användas som livsmedel ska;

komma från anläggningar som är registrerade eller godkända enligt 852/2004 eller tidigare nämnda (853/2004),

häröra från fiskeriprodukter som är tjäniliga som livsmedel och som uppfyller kraven i avsnitt VIII i förordningen,

transporteras och lagras under hygieniska förhållanden, och

kylas så snart som möjligt och hålla samma temperatur som hos smältande is (0°C).

Klart är att den hantering som sker idag inte uppfyller hygienkraven och att det åtminstone krävs regelbunden invändig rengöring av rör och tankar som hanterar rensen, så kallad CIP (Clean In Place) för att börja produktion för humankonsumtion. Installation av sådana system skulle ge en möjlighet till att få rensen klassat som livsmedel och därmed också öka dess värde avsevärt. Installation av CIP system är inbegripet med relativt hög kostnad och ställer också höga krav på personalen. En avvägning måste därför göras med nytta i förhållande till kostnaden och hittills är det ingen åländsk odlare som installerat sådant system. Systemen är inte heller helt vanliga i Norge, där stor del av rensen ensileras och sedan samlas upp för förädling på annan ort. Nordlaks som projektet besökte har dock sådana system installerade.

Användning av fiskrens

Fiskrens som används till foderproduktion ensileras generellt såvida inte man producerar fiskmjöl direkt. Ensilage och fiskmjöl kan sedan användas vid produktion av foder till husdjur, pälsdjur, sällskapsdjur och odlad fisk med begränsningen att rens innehållande protein inte får ges till fiskar av samma art.

Fraktioneringsprocesser kan användas för att utvinna oljor, proteiner, aminosyror mm. Med dessa som utgångspunkt kan mer värdefulla biprodukter utvinnas att användas i bioteknologiska processer. Dessa utgör oftast av små mängder högt betalda marina ingredienser såsom omega-3 preparat.

Olja från rensen kan också, som tidigare nämnts, separeras ut och användas som råmaterial till biodieselframställning.

Ytterligare kan fiskrenset komposteras och bearbetas till gödsel och jordförbättring eller användas till produktion av biogas. Gällande produktion av biogas måste man beakta renssets höga kväveinnehåll vilket gör det till ett besvärligt råmaterial. Renset behöver kombineras med en stor mängd av något substrat med högt kolinnehåll, exempelvis halm, för att få balans i den biologiska processen.

Separering av rom från övrigt rens genomförs manuellt vid en del renserier på Åland, vilket redan idag skapar ett mervärde för rensset.

Renset kan slutligen också destrueras genom förbränning i enlighet med genomförandeförordningen.

Fiskrensets huvudkomponenter

Fiskrenset kan grovt sägas bestå av tre komponenter; fett (olja), proteiner och vatten. Fiskrenset i de åländska odlingarna, som nästan uteslutande odlar regnbåge, innehåller cirka 60 % fett (olja), 20 % proteiner och 20 % vatten. Projektet har under det pågående året analyserat renssets innehåll regelbundet men har inte funnit några större årstidsvariationer i sammansättningen. Samtidigt har också förhållandet mellan fiskens egenvikt och renssets kontrollerats och det konstaterades att rensset utgör cirka fjorton procent av den orensade fiskens vikt.

Olja

Oljans sammansättning beror på fodrets sammansättning och även om detta är en självklarhet så har man uppmärksammat det först under det senaste decenniet. Under slutet av 1900 talet uppstod en kraftig nedgång i ansjovisbestånden i Sydamerikanska vatten som tredubblade priset på fiskolja på världsmarknaden¹⁰⁾

Detta innebar att fodertillverkare började söka alternativ och idag innehåller odlad lax i Norge närmare tio gånger mer Omega-6 (från växtfett) än den vilda laxen. Omega-3 fetterna är också till större del växtbaserade (40 % mer än i vild lax). Andelen fiskmjöl och -olja i fodret har gått från 90 % i slutet av 1900-talet till cirka 30 % idag¹¹⁾.

Kvalitetskrav

Det finns ett antal olika organisationer som ställer krav på oljans kvalitet och företaget Nordic Naturals har sammanställt dessa i en tabell¹²⁾ av vilken en översättning är infogad nedan:

Kvalitetskrav för fiskoljor					
	GOED	IFOS	WHO	PROP 65	EP
Gränsvärden för miljögifter					
PCB	< 90 ppm	< 45 ppm	N/A	0,09 µg/dag	< 200 ppm (EFSA PCB regler mäter summan av ICES 6)
Dioxiner och Furaner	< 1,75 pg WHO PCDD/F-TEQ/g - (1,75 ppt)	< 1 pg WHO PCDD/F-TEQ/g - (1 ppt)	N/A	0,000005 µg/dag (TCDD)	< 1,75 pg/g WHO PCDD/F-TEQ/g - (1,75 ppt) (EFSA)

Dioxinlik PCB	< 3 pg/g (WHO-TEQ) - (3 ppt)	< 1,5 pg/g (WHO-TEQ) - (31,5ppt)	N/A	N/A	N/A
Summan av dioxiner, furaner och dioxinlik PCB	< 3 pg/g (WHO-TEQ) - (3 ppt)	N/A	N/A	N/A	< 6 pg/g WHO PCDD/F-TEQ/g - (6 ppt) (EFSA)
Strålning	N/A	50 Bq/kg	< 100 Bq/kg(Jod isotoper) < 1000 Bq/kg (Cesium isotoper)		
Gränser för oxidation					
Peroxidvärde (PV)	< 5 mEq/kg	< 5 mEq/kg	< 5 mEq/kg (utkast till monograf)	N/A	< 10 mEq/kg
Anisidinvärde (AV)	< 20 mEq/kg	< 20 mEq/kg	< 20 mEq/kg (utkast till monograf)	N/A	< 30 mEq/kg
Total oxidation (TOTOX)	< 26	< 19,5	< 26 (utkast till monograf)	N/A	Inte specificerat
Syratal	< 3,0 mg KOH/g	< 3,0 mg KOH/g	< 3,0 mg KOH/g (utkast till monograf)	N/A	< 3,0 mg KOH/g
Tungmetaller					
Kvicksilver	< 0,1 ppm	< 0,1 ppm	N/A	N/A	< 0,10 ppm (EFSA)
Bly	< 0,1 ppm	< 0,1 ppm	< 0,1 ppm	0,5 µg/dag	3,0 ppm (EFSA)
Arsenik (oorganisk)	< 0,1 ppm	< 0,1 ppm	< 0,1 ppm	10 µg/dag	N/A
Kadmium	< 0,1 ppm	< 0,1 ppm	N/A	4,1 µg/dag	1,0 ppm (EFSA)

Förkortningar	
GOED:	global organisation för EPA (eikosapentaensyra) and DHA (dokosahexaensyra) – omega-3 fettsyror.
IFOS:	Internationellt program för fiskoljestandard grundat 2002 av Nutrasource, en tredjepartsorganisation.
WHO:	Världshälsoorganisationen lydande under Förenta Nationerna.
PROP 65:	Staten Kaliforniens miljöstandard
EP/EFSA:	Europeisk farmakologi/livsmedelssäkerhetsstandard
TEQ:	Toxisk ekvivalens
KOH:	Kaliumhydroxid
mEq:	millekvivalent O ₂
µg:	mikrogram
ng:	nanogram

pg: picogram

Nedan uppgifter från Scanbio, ett norskt företag som erbjuder fiskolja till försäljning. Den första tabellen¹³⁾ visar på vilka färskhetskriterier oljan möter. Följande tabell visar sammansättning och fysikaliska egenskaper:

ScanOil M™		
Typiska analysvärden		
FFA	< 5 %	%
Anisidinvärde	10-15	mEq/kg
Peroxidvärde	2-5	mEq/kg
Antioxidant (E324)	100-150	ppm
Fukt och flyktiga ämnen	0,2	%
Orenheter	0,02	%

ScanOil M™					
Fettsyror			Fysiska egenskaper		
Mättade fettsyror	13 %		Densitet vid 20 C	0,92	g/cm3
Enkelomättade fettsyror	56 %		Viskositet vid 20 C	60	cSt
Omega - 3 fettsyror	14 %				
Omega - 6 fettsyror	16 %				
EPA	2,7 %				
DHA	3,6 %				

Proteiner

Cirka 20 procent av fiskrenset är proteiner och annan torrs substans. Denna fraktion är som tidigare nämnts möjlig att använda till djurfoder men kunde, om renset behandlas som färskt, också användas till humankonsumtion. Pälstdjursuppfödare tar gärna emot fiskrens som foder men ser helst att också fett (oljan) från renset är kvar. Sammansättningen av separerat och koncentrerat protein har inte analyserats av projektet men innehållet är förmodligen liknande Scanbios produkt "ScanPro 35/4", vilket är enligt tabellen¹⁴⁾ nedan:

ScanPro 35/4™		
Specifikationer (typiska värden)		
Råprotein	> 34 %	(max 36 %)
Fett	> 2 %	(max 5 %)
Aska	< 6 %	
Torrs substans	> 48 %	(max 50 %)
Antioxidant	< 5 ppm	
pH	4,00	
Kalcium	0,7 %	
Fosfor	0,8 %	
Natrium	0,5 %	

Kalium	0,6 %
Fysikaliska egenskaper	
Specifik vikt	1,179 g/cm ³

Proteiner avsedda för fodertillverkning skall i Finland möta kraven i Jord- och skogsbruksministeriets förordning 11/2010, där åtminstone kontroll av dioxininnehållet är nämnt. Proteiner för humankonsumtion skall också uppfylla kraven i Europeiska kommissionens förordning 1022/2008¹⁵⁾ gällande maximumnivåer för TVB-N (totalmängd flyktiga kvävebaser).

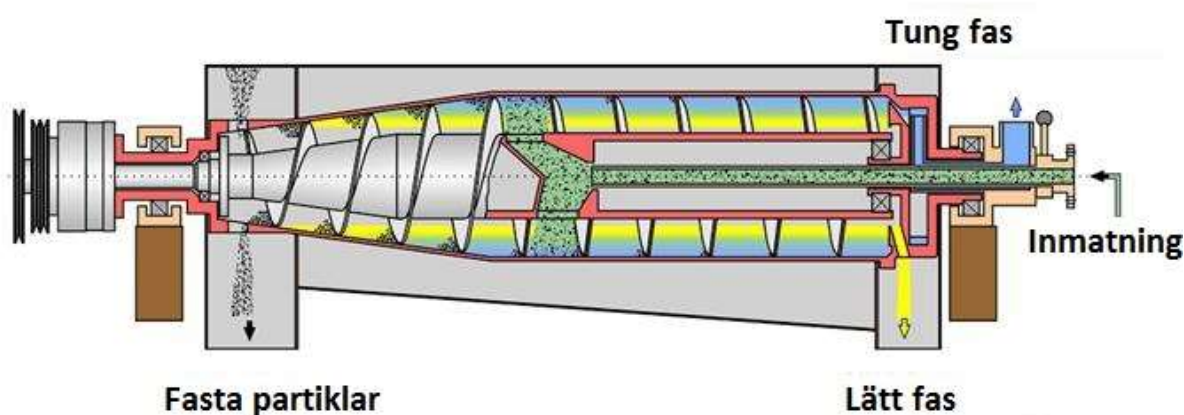
Vatten (separeringsrest)

Test av avloppsvatten från trikanter vid Nordlaks påvisar nivåer om totalkväve på 91 mg/l och fosfor på 12 mg/l. EU; s avloppsdirektiv (91/271/EG) tillåter utsläpp från reningsverk för kväve på maximalt 15 mg/l och för fosfor på maximalt 2 mg/l. Detta visar på att vattnet behöver renas innan det kan släppas ut i naturen.

Tänkbara användningsområden för vattnet är som näring till jordbruk och/eller växthusodling. Genom industning kan man öka kväve-och fosforkoncentrationen och skapa en naturlig gödsel.

Separering

Som tidigare nämnt flyter oljan från det ensilerade fiskrenset till ytan i lagringstanken efter några dagar i syrefri miljö och kan därifrån skummas för att vidareförädlas, det normala är dock att man använder någon form av separeringsutrustning, vanligtvis en trefas dekanter. På bilden nedan ser vi en tillverkares (Flottweg) dekanter, funktionen fås genom att kärnan och höljet roterar i olika hastighet som kan kontrolleras beroende av det inmatade materialets egenskaper och vilka produkter man vill få ut.



Cross-section of a Flottweg TRICANTER[®] - Separation of two liquids and one solid phase

Bearbetning

Som tidigare nämnt föreskriver biproduktförordningen tre alternativ för behandling av biprodukter från vattenlevande djur; ensilering, kompostering eller produktion av biogas.

Genomförandeförordningen (142/2011) ställer krav på behandlingen av olja och proteiner och fiskrenset ska upphettas i enlighet med någon av de sju standardmetoderna i 142/2011, bilaga IV, kapitel III.

Bearbetningsmetod 6 är specifikt utformad för kategori 3 material från vattenlevande djur (till vilket fiskrens normalt hör), vilket förutsätter värmebehandling under 60 minuter till 90°C för partiklar högst 50 mm stora och 60 minuter till 70 °C för partiklar högst 30 mm stora.

Det är också möjligt enligt bearbetningsmetod sju, att utarbeta en egen behandlingsmetod under förutsättning att man kan genom en serie laboratorieanalyser påvisa bakteriologisk säkerhet.

Enligt samma bilaga, kapitel IV, finns det dessutom ett antal alternativa behandlingsmetoder såsom hydrolys och produktion av biodiesel. Biodieselproduktion förutsätter också förbehandling enligt bearbetningsmetoderna i förordningen.

Väljer man den alternativa vägen, att producera olja enligt krav för livsmedel finns bestämmelserna i EU förordning 253/2009 (avsnitt VIII, kapitel 4, B2) alltså gäller dels tidigare nämnda hygienkrav, dessutom skall en relevant behandling vid behov också inkludera; upphettning, pressning, separering, centrifugering, bearbetning, raffinering och/eller rening.

Produkter

Från fiskrenset kan följande produkter utvinnas:

Fett(olja)	Fodertillsats Eldningsolja Biodiesel Omega-3 olja
Proteiner	Fodertillsats Biogassubstrat
Näringsrikt vatten	Gödning

Fett (olja) som fodertillsats

Marina oljor, speciellt omega-3 (EPA, DHA)¹⁶⁾ är viktiga eftersom de inte kan bildas i kroppen hos däggdjur men är samtidigt viktiga för cellernas funktion. Därför har fiskfettet (oljan) ett högt värde och kan istället för att ingå i renset som säljs som pälsdjursfoder, användas som tillsats vid tillverkning av foder för husdjur och sällskapsdjur.

Eftersom oljemolekylerna inte är artspecifika får också olja från en fiskart ges till samma art utan att man bryter mot foderlagstiftningen men oljan måste då vara fri från proteiner. Detta uppnås genom separering och/eller så kallad polering. Som tidigare nämnts har tillgången till fiskolja från vild fisk minskat vilket i sin tur ökat värdet på fettet (oljan) från odlad fisk.

Ren fiskolja säljs normalt till uppköpare som har ett nätverk av förbrukare som de förser med råvara. Prisbildningen för ren fiskolja är cirka 1 euro per liter (2017).

Eldningsolja

Fiskolja är koldioxidneutral och därför ett utmärkt alternativ till fossila energikällor.

Ren fiskolja har troligen ett relativt högt energivärde men är något som inte finns dokumenterat. Orsaken är antagligen därför att oljan anses vara för värdefull för att användas som bränsle. Däremot finns dokumentation över värmevärde i biodiesel från fiskolja presenterat i följande stycke och man kan anta att energiinnehållet är på motsvarande nivå för fiskolja.

Det finns några som använder fiskolja för uppvärmning eftersom det finns olja som inte längre kan användas för tillverkning av biodiesel. Orsaken är att nedbrytningsprocesser i olja som stått för länge har gjort den olämplig som råmaterial för biodieseltillverkningen, mer om detta under rubriken "Biodiesel".

Fiskoljan går att elda i en vanlig villapanna och det är numera också tillåtet enligt biproduktförordningen (1069/2009, tidigare var detta förbjudet och räknades som förbränning av avfall) men vanliga oljebrännare fungerar inte eftersom oljan är mycket mera trögflytande. Projektet gjorde ett experiment på Högskolan under våren 2017 där vi testade på att värma oljan till 60 grader Celsius och elda den i en vanlig brännare. Resultatet var att oljan kunde fås att brinna om brännaren startade på vanlig diesel men att lågan var mycket ostadig och svår att upprätthålla. Det droppade också mycket oförbränd olja från munstycket. Vi konstaterade att en vanlig brännare inte är lämpad att använda för fiskolja.

De som eldar fiskolja använder vanligtvis en så kallad spillolja-brännare och det finns ett antal från olika tillverkare att tillgå på marknaden. Det finns dessutom en åländsk brännare utvecklad av Frej och Andreas Nordlund i Sund som fungerar med fiskolja.

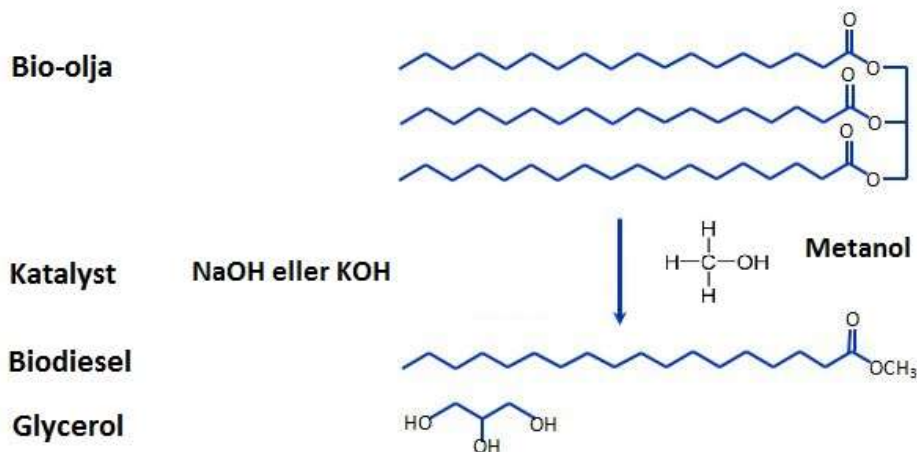
Fiskolja som eldningsolja konkurrerar med fossila motsvarigheter och priset ligger för närvarande (2017) på under en euro/liter inklusive skatt.

Biodiesel

Som tidigare nämnts innehåller fiskolja relativt stora mängder omättade fetter, omega-3 fetter som behövs hos däggdjur för cellernas ämnesomsättning. Dessa fetter gör dock fiskoljan mindre lämplig som råvara för biodiesel och omöjliggör certifiering enligt europeisk standard (EN 14214).

Biodiesel kan produceras på lokal nivå via en process som kallas trans-esterifiering. Processen går till enligt följande¹⁷⁾:

Fiskoljan värms upp till cirka 50 °C och i denna blandas 20 % metanol (eller möjligen etanol) där man tidigare tillsatt cirka 1 % kaliumhydroxid (KOH) eller natriumhydroxid (NaOH). Blandningen omrörs ett par timmar och under tiden genomgår oljan en så kallad trans-esterifieringsprocess där triglyceriderna i oljan förenar sig till kolvätet i metanolen och skapar fettsyror medan OH grupperna i metanolen förenar sig med kolvätegrupper i oljan och skapar glycerol (se bilden nedan).



Omrörningen avslutas och glycerolet sjunker till botten av tanken och kan tappas ut varefter biodieseln blir kvar i tanken. Biodieseln skall sedan tvättas med vatten eller filtreras för att kunna användas som bränsle.

För att oljan skall kunna användas till biodieselproduktion måste mängden fria fettsyror vara så låg som möjligt. Fria fettsyror (FFA) i oljan bildar tvåll tillsammans med katalysten och man bestämmer mängden fettsyror genom titrering för att beräkna åtgången av katalyst.

Vid biodieselproduktion i Storfjärdens fisks anläggning strävar man efter att inte använda oljor med ett titreringsresultat på över 1,5, detta för att mängden biodiesel ska bli så stor som möjligt. Titreringsresultatet kan användas för att räkna ut det procentuella innehållet av fria fettsyror enligt nedanstående formler¹⁸⁾:

$$\text{FFA}\% = 0.766t \text{ för NaOH titreringar}$$

$$\text{FFA}\% = 0.546t \text{ för KOH titreringar}$$

t är titreringsresultatet i milliliter.

Vid Storfjärdens anläggning används NaOH för titrering och vi kan här konstatera att man inte använder oljor med ett innehåll av fria fettsyror som överstiger en procent.

Omättade fetter såsom omega-3 omvandlas vid trans-esterifiering till omättade fettsyror och fleromättade fettsyror som är oxidationsbenägna och försämrar lagringsmöjligheten. Detta är huvudorsaken till varför fiskolja inte kan certifieras enligt europeisk standard.

Storfjärdens fisk har låtit analysera energiinnehållet i biodiesel från fiskolja vid Novia yrkeshögskola och man har kommit fram till att det ligger på cirka 40 MJ/kg. Energiinnehållet i vanlig diesel är något högre; 43 MJ/kg men eftersom densiteten är olika så blir skillnaden i energiinnehåll per liter mycket liten; cirka två och en halv procent. Förbrukning i liter är vanligen använd åtminstone vad gäller fordons bränsleförbrukning.

Produktionen av biodiesel beskattas med accis och kan reduceras från cirka 42 c/liter till 25 c/liter om företaget uppfyller vissa hållbarhetskriterier. Processen för ett godkännande är både ekonomiskt och administrativt betungande vilket innebär att ingen småproducent av biobränsle för närvarande är godkänd. Utan godkännande beskattas biodiesel på samma sätt som vanlig diesel.

På grund av beskattningen och det låga priset på fossila bränslen (1,35 - 1,40 €/liter vid rapportens sammanställning 2017) är det inte lönsamt att producera biodiesel. För att ge ett driftsbidrag borde biodieseln säljas för närmare 1,90 €/liter. Med tanke på att biodieseln inte går att certifiera enligt europeisk standard är det heller inte troligt att man hittar en kund som är villig att betala.

Biodiesel minskar utsläppen av antropogent koldioxid med åttio till hundra procent, beroende på vilka energikällor som används i processen och hur metanolen producerats. Metanolen som används vid trans-esterifieringen tillverkas vanligen av naturgas och hör till de fossila energikällorna. Metanol kan också tillverkas av skogsråvara eller annan biomassa och är då koldioxidneutral.

Andra utsläpp från biodiesel är generellt bättre än från den fossila motsvarigheten men med ett undantag; eftersom biobränslet innehåller kväve så ökar även kväveutsläppen i förhållande till vanlig diesel.

Nedan en tabell med jämförelse över utsläpp från förbränningsmotor med hundra procent (B100) respektive tjugo procent (B20) inblandning av biodiesel:

Utsläpp	B100	B20
Kolmonoxid	-43,2 %	-12,6 %
Kolväten	-56,3 %	-11,0 %
Partiklar	-55,4 %	-18,0 %
Kväveoxider	5,8 %	1,2 %
Luftföroreningar	-60 %/-90 %	-12 %/-20 %
Mutagener	-80 %/-90 %	-20,0 %
Koldioxid	-78,3 %	-15,7 %
http://ftp.jrc.es/EURdoc/eur20279en.pdf		

Fordonstester

Ålands Yrkesgymnasium har genomfört jämförelsetester mellan fossil- och biodiesel där de använt sin stationära avgasmätningstrustning för att mäta skillnader i utsläppsnivåerna. Eftersom skolan inte ha något sätt att belasta fordonets motor (så kallad bromsbänk) vid provtagningen så kunde jämförelserna bara göras vid tomgångskörning och vid dessa mätningar var skillnaderna mellan de olika bränslena försumbara.

Glycerol

Glycerol är en biprodukt som skapas av trans-esterifieringsprocessen och motsvarar tio till tjugo procent av mängden biodiesel. Glycerolen som produceras är oren och innehåller katalyst, metanol och orenheter från oljan och är att anses som en avfallsprodukt och kan renas genom destillering men är inte lönsamt för anläggningar små producerar mindre mängder biodiesel.

Glycerol från biodieselproduktion kan bland annat användas för tillverkning av tvål¹⁹). Glycerolen är en alkohol och kan i orenad form även användas som tillskottssubstrat vid biogasproduktion eller eldas i specialpannor.

Förbränning av glycerol kan skapa ämnet Akrolein²⁰⁾ som är dödligt också i mycket låga koncentrationsnivåer och generellt rekommenderas inte eldning av glycerol. Det finns en stark ovilja inom biodieselskretsar mot att elda glycerol men enligt ett projekt som amerikanska energidepartementet utförde tillsammans med universitetet i Nordkarolina²¹⁾ så bildas inte mer Akrolein vid förbränning av glycerol än vid förbränning av naturgas förutsatt att rätt förbränningsteknik används.

Omega-3 olja

Omega-3 olja kan utvinnas ur fiskrenset och kräver mer komplicerad utrustning än vad som behövs för separering av huvudkomponenterna. Normalt görs detta genom någon form av molekylär destillation under lågt tryck (vakuum) för att inte behöva höja temperaturen mer än nödvändigt. Omega-3 fetterna EPA och DHA har högre molekylvikt än majoriteten av oljorna i fiskfettet och därför är en separation möjlig.

Proteiner

Proteinerna i fiskrenset säljs idag tillsammans med oljan till foder för pälsdjursindustrin och de vill som tidigare nämnt att oljan skall vara kvar för att näringsinnehållet ska vara så högt som möjligt.

I den tidigare nämnda publikationen "Fra utkast til inntekt" skriver man att förhållandet är det omvända då det gäller foder för husdjur såsom gris och fjäderfä; proteinerna skall vara mer eller mindre fettfria eftersom fett (oljan) är det som ger köttet fisksmak.

Man har goda erfarenheter i Norge med proteiner från fiskensilage som har en fetthalt under 1 % som foder till gris. Man har även gjort försök att använda proteiner till får- och fjäderfoder med goda resultat. Däremot kan man inte använda dessa för foder till idisslare eftersom proteinet sönderdelas till ammoniak redan i vommen och det mesta av näringen går till spillo.

Fettfria fiskproteiner är också en bra råvara för tillverkning av sällskapsdjursfoder och projektet har försett Magnussons Petfood i Stockholm med en testleverans av råvara som använts till en testproduktion av kattmat och hundmat. Projektledaren har varit i kontakt med Kåre Magnusson efter att de gjort en blandning och han konstaterade att fisksmaken vid en fem procentig inblandning är mycket genomträngande och att någon av de hundar som de testat fodret på inte tyckte om det. I skrivandets stund har man inte fått resultatet från peroxidanalyserna och det kan påpekas att proteinerna lagrades en längre tid hos fodertillverkaren innan produktion.

Marknaden för proteiner är stor och en liten producent har inte några direkta möjligheter att sälja direkt till kund och behöver därför vända sig till någon foderproducent, exempelvis Raisio som är en av de dominerande på finska marknaden.

Tillstånd

Projektledaren har varit i kontakt med överinspektör Tarja Root på Evira och miljöinspektör Mona Kårebring samt veterinär Mohammad Jaber Alipour på Ålands Landskapsregering för att reda ut vilka behov av tillstånd som finns för att hantera biprodukter i större skala.

Texten nedan är utdrag ur epostkonversation med Tarja Root;

”Fiskolja och -protein är foderämnen och företag som producerar foderämnen måste registrera sig som foderföretagare. Fisk är en animalisk biprodukt och företaget måste också i några fall ha godkännande enligt biproduktlagstiftningen.

Om fiskodlaren/fiskföretagaren gör ensilage av bara deras eget fiskrens och säljer den som råmaterial för päls- eller sällskapsdjursfoder (olja- eller proteindel), behövs bara registreringen som foderföretagare. Godkännande som biproduktföretagare behövs om man handlar bi-produkter från andra företagare eller om man själv börjar att producera sällskapsdjursfoder. Foderämnen måste uppfylla kvalitets och säkerhetskrav avsnitt i foderlagstiftningen. Oljan måste till exempel analyseras för dioxin. Råmaterial för sällskapsdjursfoder kan vara endast av kategori 3. För denna kategori av biprodukter finns inte några upphettningsskrav.

Olja och proteinerna kan exporteras och säljas vidare för fodertillverkning. Eftersom också Sverige är ett EU land finns det inte några speciella krav för export från Åland till Sverige. TRACES anmälning (EU; s elektroniska system för att följa transporter av biprodukter) behövs inte på den inre marknaden för kategori tre biprodukter. Däremot måste man också på den inre marknaden använda de kommersiella dokument som nämns i biproduktlagstiftningen.

Evira registrerar, godkänner och kontrollerar inte åländska foderföretagare, det gör Ålands Landskapsregering. ”

Landskapsregeringen har delegerat tillstånds- och övervakningsuppgifterna i relation till biproduktlagstiftningen till Ålands Miljö- och Hälsomyndighet (ÅMHM). En anläggning som hanterar fiskrens kommer inte att ha några farliga utsläpp till miljön och torde därför inte behöva någon miljökonsekvensbedömning. Däremot kräver foderlagstiftningen analyser av dioxiner och patogener vilka ska utföras av ett ackrediterat laboratorium.

SWOT analys

	Positiva faktorer	Negativa faktorer
Interna faktorer	<p>Styrkor</p> <ul style="list-style-type: none">❖ Förädling av restprodukt som inte har stor efterfrågan❖ Låg råvarukostnad❖ Stort utbud av utrustning för processer	<p>Svagheter</p> <ul style="list-style-type: none">❖ Råvarupriset är svårt att kontrollera❖ Komplicerat regelverk för användning av biprodukter❖ Höga krav från myndigheter

Externa faktorer	Möjligheter	Hot
	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Många olika användningsområden för fiskoljan ❖ Många olika användningsområden för proteinerna ❖ Finns en stor marknad för fiskolja till annat än bränsle ❖ Behov av koldioxidneutralt bränsle 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Minskning av odlingstillstånd ❖ Förändring i odlingars ägarstrukturer som kan påverka intresset för förädlingen ❖ Hårdare myndighetskrav

Slutsats

Det produceras mellan 2500 och 3000 ton fiskrens per år på Åland och största delen av detta behandlas med myrsyra och säljs som pälsdjursfoder. Priset på rensen varierar och ligger nu (år 2017) på cirka 15 c/kg fritt odlaren. Projektet har undersökt möjligheterna att skapa ett mervärde och kan konstatera att bearbetning av rensen till olja och protein skulle ge ett högre ekonomiskt värde på fiskrensen och att motsvarande pris för olja och protein skulle ligga på närmare en euro kilot.

För att genomföra detta behövs investeringar i anläggningar för separering samt lagring av råvara och slutprodukter vilket inte blir lönsamt för den enskilde odlaren eftersom utrustning för hantering av fiskrens är dimensionerad för större volymer.

Insamling av allt åländskt fiskrens och behandling i en gemensam anläggning kunde ge tillräckliga volymerna för att skapa lönsamhet. Det finns några tillverkare av utrustning som kunde vara aktuella för åländska förhållanden. Två av dessa är Amof-Fjell från Norge och Heðinn från Island som tillhandahåller utrustning för bland annat installation i fartyg och vilka projektet varit i kontakt med. Kostnaden för förädlingsutrustning är i storleksklassen 1-1,5 M€, och till detta kommer utrustning för förvaring, matning, sönderdelning, provtagning samt byggnader. Skall anläggningen också hantera död fisk krävs utrustning för hygienisering och eventuell biogasproduktion i storleksordningen 1-1,5 M€.

HACCP (Hazard Analysis and Critical Control Points)-principerna

Risikanalys och kritiska kontrollpunkter eller HACCP skall tillämpas på råvaror för produktion av foder, och produkter för humankonsumtion. För att möjliggöra certifiering av biodiesel producerad av fiskolja kan motsvarande principer användas. Nedan listas sju steg som är grunden i riskanalysen och bestämmande av viktiga kontrollpunkter:

a) Att identifiera de faror som måste förebyggas, elimineras eller reduceras till en acceptabel nivå.

b) Att identifiera kritiska styrpunkter i det steg eller de steg där kontroll är nödvändig för att förebygga eller eliminera en fara eller för att reducera den till en acceptabel nivå.

- c) Att fastställa kritiska gränser vilka skiljer acceptabelt från icke acceptabelt i de kritiska styrpunkterna i syfte att förebygga, eliminera eller reducera identifierade faror.
- d) Att upprätta och genomföra effektiva förfaranden för att övervaka de kritiska styrpunkterna.
- e) Att fastställa vilka korrigerande åtgärder som skall vidtas när övervakningen visar att en kritisk styrpunkt inte är under kontroll.
- f) Att upprätta förfaranden, vilka skall genomföras regelbundet, för att verifiera att de åtgärder som avses i a–e fungerar effektivt.
- g) Att upprätta dokumentation och journaler avpassade för livsmedelsföretagets storlek och art för att visa att de åtgärder som avses i a–f tillämpas effektivt.

Referenser:

- 1) http://sjomatnorge.no/wp-content/uploads/importedfiles/faktaark_biprodukt2011.pdf
- 2) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009R1069&from=EN>
- 3) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32009R1069&from=EN>
- 4) <http://www.rubin.no/files/documents/laerebok.pdf>
- 5) http://www.rubin.no/files/projects/attach/rubin_lavoppl._m.omslag.pdf
- 6) <https://www.hindawi.com/journals/ijfs/2013/585931/>
- 7) https://en.wikipedia.org/wiki/Decanter_centrifuge
- 8) [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32004R0852R\(01\)&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32004R0852R(01)&from=EN)
- 9) [http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32004R0853R\(01\)&from=EN](http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32004R0853R(01)&from=EN)
- 10) <http://kyst.no/nyheter/jo-okt-innhold-av-plante-omega-3-gjor-oppdrettslaksen-mindre-sunn-enn-tidligere/>
- 11) <https://laksefakta.no/hva-spiser-laksen/er-lakseforet-barekraftig-er-det-villfisk-i-lakseforet/>
- 12) <https://www.nordicnaturals.com/images/pdfs/ChartTesting.pdf>
- 13) http://scanbio.com/wp-content/uploads/2015/12/Scanoil-M-Salmon-Oil-TDS_15_004B-1.pdf
- 14) http://scanbio.com/wp-content/uploads/2015/12/ScanPro-354-Salmon-TDS-PR-15_005.pdf
- 15) <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/SV/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008R1022&from=EN>
- 16) <https://sv.wikipedia.org/wiki/Omega-3-fettsyror>
- 17) http://www.officialbiodiesel.com/free_stuff/biodiesel_101/biodiesel_101_class.htm
- 18) <http://www.make-biodiesel.org/Biodiesel-Chemsitry/acid-number-to-ffa-conversions.html>
- 19) http://www.officialbiodiesel.com/free_stuff/biodiesel_101/waste_glycerol.htm
- 20) <https://sv.wikipedia.org/wiki/Akrolein>
- 21) <https://www.osti.gov/scitech/servlets/purl/1053951>