



# Blue Products – Kalatalouden innovaatio-ohjelma

Väliraportti vuosilta 2017-2019

## Raportin laatijat

Luonnonvarakeskus; Anssi Ahvonen, Jaakko Hiidenhovi, Pirjo Mattila, Sari Mäkinen, Teuvo Niva, Jari Setälä, Anna-Liisa Välimaa  
Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy; Hanna-Leena Alakomi, Kaisu Honkapää, Raija Lantto, Anni Nisov, Marjut Suomalainen  
Turun Yliopisto; Anu Hopia, Susanna Ihanus, Tanja Kakko, Katja Marttunen, Mari Sandell, Saska Tuomasjukka, Baoru Yang  
Österbottens Fiskarförbund; Guy Svanbäck



## Sisältö

1. Tiivistelmä	3
2. Johdanto	4
3. Ohjelman tausta ja tavoitteet	5
4. Toteutus ja tavoitteiden saavuttaminen	5
4.1. Raaka-aineen saatavuus ja laatu	7
4.2. Raaka-aineen fraktiointi	7
4.3. Proteiini- ja öljyjakeiden elintarvikesovellukset	10
4.4. Korkean lisäarvon tuotteet	12
5. Ohjelman rahoitus ja resurssointi	15

## 1. Tiivistelmä

Ohjelman tarkoituksena on aikaansaada taloudellista kasvua kalastuselinkeinolle kehittämällä lisäarvotuotteita silakasta, vähäarvoisista kalalajeista ja niiden sivuvirroista.

Olemme pitäneet tiiviisti yhteyttä yhteistyöverkostomme yrityksiin, järjestöihin ja organisaatioihin. Kehitystyön edistymisestä on viestitetty sähköpostitse ja yleis- sekä yksityiskohtaisia esityksiä on pidetty innovaatiopäivillä, kansallisella kalaviikolla ym. tilaisuuksissa. Yrityksille olemme järjestäneet erillisen innovaatiopäivän yhdessä maa- ja metsätalousministeriön kanssa. Olemme myös järjestäneet tärkeimmille silakanjalostajille erillisen työpajan, jossa kävimme läpi kehitystyön tuloksia ja saimme palautetta yrittäjiltä, mihin meidän kannattaisi panostaa työssämme tästä eteenpäin. Tämän lisäksi olemme informoineet ohjelmasta Elintarviketeollisuusliiton kalateollisuusyhdistyksen kokouksessa sekä yksityisissä tapaamisissa useamman yrityksen kanssa.

Kalan saaliita sekä kalastuksen ja jalostuksen nykyisiä ja potentiaalisia sivuvirtoja kartoitettiin kalastus- ja jalostustilastojen sekä asiantuntijoiden haastattelujen kautta. Kartoituksen avulla pystyttiin tunnistamaan saatavuuden, laadun ja logistiikan kehittämistarpeita ja kalatalouden verkosto, jonka kautta näitä asioita voidaan kehittää.

Potentiaalisiksi fraktiointitavoiksi tunnistettiin erityisesti entsyymiavusteinen hydrolyysi ja pH-muutoksiin perustuva erotusprosessi. Jotta jo ohjelman alkuvaiheessa saataisiin varmempaa tietoa fraktiointiprosessien teknis-taloudellisesta järkevyydestä, päätettiin benchmarkkausta laajentaa eri fraktiointiskenaarioiden alustavalla taloudellisella tarkastelulla. Alustavan taloudellisen arvioinnin perusteella voidaan kuitenkin sanoa, että varsinkin silakkaa on saatavilla niin isot määrät, että sen fraktioiminen elintarviketeknologiaa korkean lisäarvon jakeiksi vaikuttaa taloudellisesti kiinnostavalta.

Proteiinikonsentraatista tehtiin koetuotteita, joista parhaiten toimivat surimi-tyyppiset valmisteet ja silakkapullat, joissa osa silakasta korvattiin silakkaproteiinikonsentraatilla. Tyypillisillä surimi-resepteillä toteutettuna silakkaproteiinista valmistetut surimivalmisteet vastasivat ulkonäöltään Aasiassa tuotettuja surimivalmisteita. pH:n säätämiseen perustuvalla menetelmällä voitiin silakasta ja särjestä valmistaa proteiinikonsentraatteja, joiden puhtaus ja muu laatu oli riittävä kaupallisten proteiinipohjaisten kalatuotteiden valmistukseen. Ohjelmassa keskityttiin proteiinijakeiden tutkimukseen, sillä niillä nähtiin olevan suurin kaupallinen potentiaali.

Vaihtoehtona erotetulle proteiinijakeelle kehitettiin ajatusta käyttää elintarvikesovellusten raaka-aineena hienoksi jauhettua kokonaista tai perattua kalaa. Valmistusprosessina hyödynnettiin erityisesti ekstruusiota. ”Nyhtökalan” kehittäminen aloitettiin 2018, ja ideana oli käyttää jauhettua kalaa tai kalaproteiinia, tarvittaessa yhdistettynä kasviproteiinin kanssa, ja valmistaa ekstruusiolla uudentyypistä, helppokäyttöistä kalatuotetta. Nyhtökalahkehityksessä tavoitteena oli paitsi kehittää uusi tapa hyödyntää pikkukaloja elintarvikkeina, myös antaa yrityksille esimerkki siitä, millaisia uusia kalatuotteita on mahdollista valmistaa.

Katsausten ja yrityskeskustelujen pohjalta todettiin silakkamassan säilyvyyden ja laadun parantamisen olevan avain käytön volyymin kasvuun ja kohteiden monipuolistumiseen. Silakkamassan pakkas säilyvyyttä pyrittiin parantamaan sekä luonnollisilla (tyrninkuorijauhe, puolukankuorijauhe, kasvipiperäinen polyfenoliuute) että perinteisillä hapettumisestoaineilla (EDTA ja E- ja C-vitamiini) vertailtuna kontrollina toimivaan säilöntäaineettomaan silakkamassaan. Luonnollisten hapettumisestoaineiden havaittiin estävän silakkamassan härskiintymistä jopa paremmin kuin EDTA:n tai E- ja C-vitamiinin.

Yhteiskehittämiseen perustuvien työpajojen tavoitteena oli antaa pk-yrityksille työkaluja asiakaslähtöisen tuotekehityksen avuksi. Työpajat olivat avoimia tilaisuuksia, joihin kaikilla niihin halukkailla yrityksillä oli mahdollisuus osallistua. Myös muut osallistujaryhmät (ruokaharrastajat, kehittäjäorganisaatiot, oppilaitokset ym.) saivat tilaisuuksiin avoimet kutsut.

Arvoyhdisteiden tuottamiseksi ja rikastamiseksi kehitettiin neljä prosessia ja määritettiin raaka-aineiden ja jakeiden koostumusta, bioaktiivisuutta ja teknofunktionaalisia ominaisuuksia. Tärkeimmät eristetyt jakeet olivat gelatiini/kollageenihiydrolysaatti, peptidejä sisältävät proteiinihiydrolysaatit, mineraalit ja öljy. Jakeita testattiin alustavasti erilaisissa tuotekonsepteissa ja myös lainsäädäntöön liittyviä tuotantotekijöitä tunnistettiin. Jalostuksessa fileoitavasta silakasta jää noin 2 miljoonaa kiloa päitä, suolia, eviä, vatsaliepeitä, mätiä, maitia ja ruotoja. Koska silakan fileointi on keskittynyt muutamaan harvaan paikkaan, tämä sivuvirta olisi logistisesti helppo ottaa hyötykäyttöön. Nämä fileointijäännökset ovat potentiaalisia arvojakeiden lähteitä, sillä ne ovat proteiini- ja rasvakoostumukseltaan verrattavissa kokonaiseen silakkaan. Kalojen suomut osoittautuivat myös mielenkiintoisiksi lisäarvoyhdisteiden lähteiksi, koska ne sisältävät muun muassa gelatiinia/kollageenia. Tämän lisäksi jotkin vajaahyödynnetyt mädit, kuten kuhan, ahvenen ja lahnan mädit, sisälsivät huomattavia määriä D3-vitamiinia.

Suomalaisten lisäarvotuotteita tekevien yritysten (hyvinvointituotteet, lemmikkieläinten ruoat, maanparanteet) kiinnostuksen kohteet ja toiveet Innovaatio-ohjelmassa kehitettävälle lisäarvotuotteille selvitettiin luottamuksellisella kyselytutkimuksella. Hyvinvointituotteissa (ravintolisät, kosmetiikka) kalaperäisiä raaka-aineita voisi yritysten mielestä käyttää hoitavien tai parantavien tuotteiden sekä säilöntäaineiden valmistukseen. Tuotteina mainittiin muun muassa omega-3-öljyt, proteiiniainemisteet, bioaktiiviset peptidit, vitamiinilisät ja mineraalivalmisteet.

## 2. Johdanto

Maa- ja metsätalousministeriö on antamallaan päätöksellä myöntänyt Aktion Österbottenille 1 000 000 euroa tukea "Blue Welfare Network - Blue Products -ohjelmalle". Ohjelman tarkoituksena on aikaansaada taloudellista kasvua kalastuselinkeinolle kehittämällä lisäarvotuotteita silakasta, vähäarvoisista kalalajeista ja niiden sivuvirroista. Tärkeässä roolissa ovat myös raaka-aineen saatavuuden ja laadun varmistaminen jatkokehitykselle, logistiikan kehittäminen sekä yhteistyöverkoston laajentaminen. Ohjelmaa toteuttaa konsortio, johon Aktion Österbottenin lisäksi kuuluvat koordinoijana Österbottens Fiskarförbund sekä tutkimuspartnereina Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy, Turun yliopisto (TY) ja Luonnonvarakeskus (Luke). Ohjelma on tarkoitus toteuttaa kaksivaiheisena.

Innovaatio-ohjelmien tavoitteena on ratkaista kalatoimialan kehittymisen kannalta keskeiset ongelmat sekä tukea toimialan kestävästä kasvusta ja uudistumisesta sekä ympäristötavoitteiden saavuttamista verkostomaisen kehitystyön avulla. Innovaatio-ohjelmat perustuvat pitkäjänteiseen, itseohjautuvaan ja itseään korjaavaan kehittämisotteeseen.

### 3. Ohjelman tausta ja tavoitteet

Tuontikalan osuus kasvaa suomalaisissa ruokapöydissä. Tuodun kalan arvo on jo yli 400 miljoonaa euroa vuodessa. Kalavarojen riittävydestä ei kuitenkaan ole kysymys. Kysyntä ja tarjonta eivät vain kohtaa, ja saaliin jalostusarvo on alhainen. Iso osa silakkasaaliistamme hyödynnetään eläinten rehuna. Myöskään särkikaloja ei vielä riittävästi arvosteta ravintona, vaan ne nähdään lähinnä ongelmana. Kotimaisen luonnonkalan käytössä suurin mahdollisuus sisältyy arvon lisäämiseen ja uudenlaisten tuotteiden jalostamiseen.

Sinisen biotalouden perinteinen arvonlisäys tehdään kalatuotteiden ja -jalosteiden valmistuksessa. Jalostus on kalatalouden suurin työllistäjä tällä hetkellä. Merkittävää uutta arvonlisäystä voidaan saavuttaa, kun kalanjalostuksesta syntyvälle sivuvirroille löydetään hyötykäyttöä.

Suurin arvonnousu vähäarvoisista kalalajeista sekä kalanjalostuksen sivuvirroista saadaan, jos niistä jalostetaan erikoistuotteita ja -raaka-aineita. Bioaktiivisten ainesosien ja niiden vaikutusten ja käyttömahdollisuuksien tutkimus avaa uusia näkymiä taloudellisesti kannattavalle hyödyntämiselle. Bioaktiivisia ainesosia ovat esimerkiksi gelatiini, proteiinihydrolysaatit, bioaktiiviset peptidit, liukoiset mineraalit ja rasvahapot. Näitä ainesosia voidaan käyttää muun muassa terveyttä edistäviin elintarvikkeisiin, ravintolisiin sekä kosmetiikkateollisuuden tuotteisiin. Pelkästään silakkasaaliiseen voi ravintolisiksi jalostettuna sisältyä merkittävä, jopa kymmenkertainen, arvonlisäyspotentiaali.

Blue Products -ohjelman päätavoite on aikaansaada taloudellista kasvua kalastuselinkeinolle kehittämällä lisäarvotuotteita silakasta ja vähäarvoisista kalalajeista ja niiden sivuvirroista. Raaka-aineen saatavuuden ja laadun varmistaminen jatkokehitykselle on tärkeässä osassa ohjelmaa. Ohjelman tavoitteena on logistiikan kehittäminen, yhteistyöverkoston laajentaminen sekä lisärahoituksen saaminen kehitystyölle. Ohjelma toteutetaan kaksivaiheisena.

Suunnitelman mukaan ohjelman keskeisimmät osa-alueet ovat 1) Raaka-aineen saatavuus ja laatu 2) Raaka-aineen fraktiointi 3) Proteiini- ja öljyjakeiden elintarvikesovellukset 4) Korkean lisäarvon tuotteet.

### 4. Toteutus ja tavoitteiden saavuttaminen

Ohjelmalle on asetettu strateginen johtoryhmä, joka ohjaa työtä ja muuttaa tarvittaessa ohjelman sisältöä sekä rahoituksen kohdentamista niin, että ohjelman vaikuttavuustavoitteet saavutetaan.

Johtoryhmään kuuluvat Pekka Heikkilä (Anna Vainikainen, Irina Simola) Elintarviketeollisuusliitosta (puheenjohtaja), Piia Moilanen Business Finlandista (varapuheenjohtaja), Merja Rehn JAMK (aiemmin Sitrasta), Raija Lantto Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:stä, Baoru Yang Turun Yliopistosta, Asmo Honkanen Luonnonvarakeskuksesta, Mathias Högbäck Aktion Österbottenista sekä Guy Svanbäck Österbottens Fiskarförbundetistä. Johtoryhmä on kokoontunut viisi kertaa ohjelman ensimmäisen vaiheen aikana. Kokousten välissä ohjausryhmälle on lähetetty tilannetiedotteita. Ohjausryhmällä on myös ollut mahdollisuus seurata työn etenemistä ohjelman intrasivujen kautta.

Käytännön työn koordinointi on tehty työryhmässä, joka on koostunut ohjelman partnereiden henkilöstöstä. Työryhmä on kokoontunut yhteensä 9 kertaa ohjelman aikana, ja tämän lisäksi

tutkimuspartnerit ovat pitäneet useita työkokouksia pääasiassa etäneuvotteluina. Heti ohjelman alkuvaiheessa alkukesästä 2017 ohjelman partnerit laativat tarkemman toimenpidesuunnitelman aikatauluineen ohjelman tavoitteiden saavuttamiseksi.

Työ on alussa ollut hyvin tutkimuspainotteista, kun olemme käyneet läpi kalastuselinkeinon tilastoja, tehneet kirjallisuuskatsauksia ja arvioineet, mitkä mahdolliset korkean lisäarvon tuotteet ja teknologiat voisivat soveltua Suomen oloihin. Työtä on helpottanut Luonnonvarakeskuksen laaja tausta-aineisto. Myös tutkimuspartnereiden muita meneillään olevia hankkeita on voitu hyödyntää innovaatio-ohjelmassa.

Tutkimustyön edetessä olemme pitäneet tiiviisti yhteyttä yhteistyöverkostomme yrityksiin, järjestöihin ja organisaatioihin. Työn edistymisestä on viestitetty sähköpostitse ja yleis- sekä yksityiskohtaisia esityksiä (runsaat 25 kpl) on pidetty innovaatiopäivillä, kansallisella kalaviikolla ym. tilaisuuksissa. Yrityksille olemme järjestäneet erillisen innovaatiopäivän yhdessä maa- ja metsätalousministeriön kanssa. Tähän innovaatiopäivään osallistui kaikkiaan 39 henkilöä, joista 13 edusti erilaisia yrityksiä. Olemme myös järjestäneet tärkeimmille silakanjalostajille erillisen työpajan, jossa kävimme läpi työmme tuloksia ja saimme palautetta yrittäjiltä, mihin meidän kannattaisi panostaa työssämme tästä eteenpäin. Työpajaan osallistui runsaat 30 henkilöä, joista 19 oli yritysten edustajia. Tämän lisäksi olemme informoineet ohjelmasta Elintarviketeollisuusliiton kalateollisuusyhdistyksen kokouksessa sekä yksityisissä tapaamisissa useamman yrityksen kanssa.

Yhteistyö yrittäjien kanssa on tähän asti johtanut siihen, että yhden jalostajan kanssa on tehty aiesopimuksen tuotekehityksestä, ja että muutamalla muulla jalostajalla on valmiuksia vastaavaan ohjelman kanssa. Ohjelma on myös auttanut kahta pienempää jalostajaa tuotekehityksessä, ja näistä toisella on jo tuote markkinoilla. Useat yritykset ovat olleet suoraan yhteydessä tutkimuspartnereihin saadakseen yksityiskohtaisempaa tietoa tuotekehityksen mahdollisuuksista.

Korkeamman lisäarvotuotteiden kehittämiseksi Suomessa on olemassa selkeä pullonkaula. Mikään yritys ei tällä hetkellä tuota elintarvikekelpoista kalaproteiinia tai -öljyä tuotekehityksen raaka-aineeksi. Ohjelma on tehnyt yhteistyötä kalajauhotehtaan kanssa selvittääkseen reunaehdot elintarvikekelpoisen kalaproteiinin tuottamiseen nykyisessä tuotantolaitoksessa, jolla on hyväksyntä rehutehtaana. Mahdollisuuksista on myös keskusteltu elintarvikeviranomaisen kanssa kokouksessa, jossa edustettuina olivat yritys, innovaatio-ohjelma, maa- ja metsätalousministeriö sekä Ruokavirasto.

Ohjelmassa kehitetyt tuoteideat on tehty laboratorio- ja osa myös pilottimittakaavassa. Jokainen tutkimuspartneri on kehittänyt prosessit erilaisille tuoteideoille. Erotusprosessit pilotoitiin Hollannissa toukokuussa 2019. Tarkemmat tulokset on esitetty tulososioissa.

Ohjelma on saanut paljon näkyvyyttä etenkin viimeisen vuoden aikana. Erityisesti Turun Ruoka- ja Viinimessujen yhteydessä ja sen jälkeen lehdistön/median kiinnostus on kasvanut. Ohjelman esityksistä ja ajankohtaisista asioista on tiedotettu merijakalatalous.fi -sivujen kautta. Jokainen partneri on myös tiedottanut omien kanaviensa kautta. Yhteiskirjoituksia on ollut biotalous.fi -sivustolla sekä Kehittyvä Elintarvike -lehdessä. Ohjelmalla on omat Facebook- ja Twitter-tilit sekä oma blogisivusto.

Ohjelman partnerit ovat koko ajan myös yrittäneet saada lisärahoitusta kehittämiseen erilaisten kansallisten ja kansainvälisten rahoituslähteiden kautta. Professori Baoru Yang'in tutkimusryhmä Turun yliopistosta on saanut Suomen Kulttuurirahastolta 60 000 euron apurahan tutkimukselle "Vihreitä ratkaisuja korkealaatuisen kalaöljyn eristämiseen ihmisten ravinnoksi silakasta". Lisäksi Luonnonvarakeskuksessa on käynnissä Blue Products -ohjelmaa tukevia omarahoitteisia strategisia

hankkeita. VTT osallistuu Blue Products -ohjelman rahoittamiseen ohjaamalla oman tutkimusosansa tukemiseen omaa valtiollista rahoitustaan.

Toiminta ohjelmassa on kokonaisuutena ollut aktiivista koko kauden aikana. Tutkimusyksiköt ovat työskennelleet hyvin yhdessä vaikuttavuustavoitteiden saavuttamiseksi. Yrityskontaktit ovat olleet aktiivisia. Keskusteluja on käyty tuotekehityksestä yritysten kanssa, ja mahdollisuudet uusien tuotteiden kehittämiseksi näyttävät lupaavilta. Mahdollisuudet kotimaisten elintarvikekelpoisten kalaproteiini- ja öljytuotteiden tuotantoon näyttävät myös lupaavilta.

#### 4.1. Raaka-aineen saatavuus ja laatu

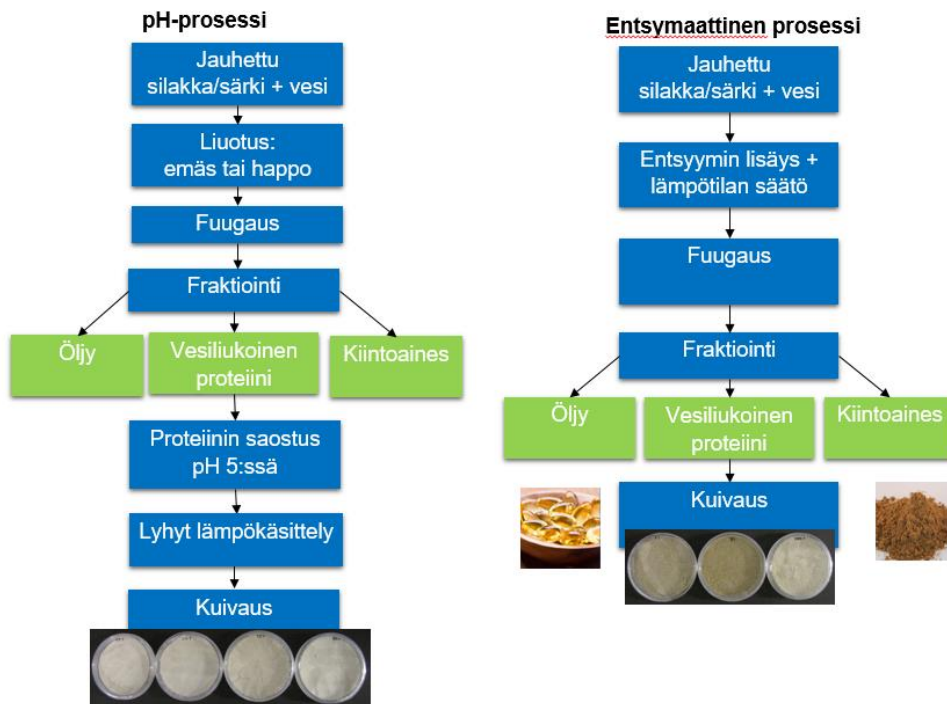
Työpaketin tavoitteena oli kartoittaa vähäarvoisen kalan ja silakan saaliin, kalastuksen ja jalostuksen sivuvirtojen saatavuutta, laatua ja logistisia mahdollisuuksia. Nämä tekijät määrittävät lähtökohtaisesti sekä elintarvikkeisiin että lisäarvotuotteisiin perustuvan liiketoiminnan kehitysmahdollisuuksia Suomessa.

Kalan saaliita sekä kalastuksen ja jalostuksen nykyisiä ja potentiaalisia sivuvirtoja kartoitettiin kalastus- ja jalostustilastojen sekä asiantuntijoiden haastattelujen kautta. Kartoituksen avulla pystyttiin tunnistamaan saatavuuden, laadun ja logistiikan kehittämistarpeita ja kalatalouden verkosto, jonka kautta näitä asioita voidaan kehittää.

#### 4.2. Raaka-aineen fraktiointi

Tämän työpaketin tavoitteena oli kehittää menetelmiä, joilla Suomessa syntyvistä raaka-ainevirroista voidaan kustannus- ja energiatehokkaasti erottaa elintarvikekelpoisia, aistinvaraisilta ominaisuuksiltaan laadukkaita öljy- ja proteiinijakeita sekä kehittää loppukäyttösovelluksia kiinteälle jakeelle. Työ jaettiin kolmeen osaan; benchmarkkaukseen, laboratoriomittakaavan kokeisiin sekä pilot-mittakaavan kokeisiin.

Benchmarkkauksen tiedoilla suunnattiin kokeellista tutkimusta asioihin, jotka hyödyttäisivät kotimaista kalasektoria mahdollisimman hyvin. Tieteellisestä kirjallisuudesta ja muista saatavilla olevista lähteistä haettiin tietoa mahdollisista fraktiointiprosesseista ja niiden lopputuotteiden (lähinnä proteiini- ja öljyfraktiot) ominaisuuksista. Potentiaalisiksi fraktiointitavoiksi tunnistettiin erityisesti entsyymivasteinen hydrolyysi ja pH-muutoksiin perustuva erotusprosessi (Kuva 1). Pääasiallisiksi raaka-aineiksi fraktiointikokeisiin valittiin silakka ja särkikalat, sillä niitä kalastetaan sellaiset määrät, että niiden jatkokäsittely proteiini- ja öljyjakeisiin vaikuttaa potentiaaliselta.



Kuva 1. pH-prosessin ja entsyymattisen fraktiointiprosessin prosessikaaviot. Kaavioissa alhaalla valokuvat särkiproteiineista.

Jotta jo ohjelman alkuvaiheessa saataisiin varmempaa tietoa fraktiointiprosessien teknis-taloudellisesta järkevyydestä, päätettiin benchmarkkausta laajentaa eri fraktiointiskenaarioiden alustavalla taloudellisella tarkastelulla. Fraktiointiprosessien teknis-taloudellisia laskelmia tarkennetaan vuoden 2020 alussa laboratoriokokeista ja toukokuussa 2019 toteutuneesta pilotoinnista saatavien saanto- yms. tulosten perusteella. Alustavan taloudellisen arvioinnin perusteella voidaan kuitenkin sanoa, että varsinkin silakkaa on saatavilla niin isot määrät, että sen fraktioiminen elintarvikekelpoisiksi korkean lisäarvon jakeiksi vaikuttaa taloudellisesti kiinnostavalta.

VTT:n toteuttamien laboratoriomittakaavan kokeiden perusteella entsyymattinen ja pH-muunnosmenetelmä ovat proteiinisäntöjä tarkasteltaessa keskenään yhtä tehokkaita, mutta maultaan entsyymattisesti erotettu proteiini on ylivertaista pH-muunnosprosessin lopputuotteeseen nähden. Tämä tulos koskee kokonaisuena fraktioitua silakkaa ja särkeä. Mikäli taloudelliset seikat mahdollistaisivat peratun kalan käytön raaka-aineena, tulos pitäisi varmistaa tällaisella raaka-aineella erikseen.

Ohjelmassa keskityttiin proteiini-jakeiden tutkimukseen, sillä niillä nähtiin olevan suurin kaupallinen potentiaali. Parhaat laboratorioissa kehitetyt prosessit siirretään isomman mittakaavan tuotantoon, josta saadut jakeet ohjataan jatkokehitykseen.

Myös kokonaisten silakoiden ja särkien sekä lopputuoteproteiinin mikrobiologista laatua tutkittiin. Tähän mennessä saatujen tulosten perusteella näyttää siltä, että tuoreita kokonaisia pikkukaloja voidaan käyttää fraktiointiprosessin raaka-aineena. Tämän lisäksi niitä voi mikrobiologista laatua uhraamatta käyttää raaka-aineena muissakin elintarvikeprosesseissa, joihin sisältyy riittävän tehokas kuumennusvaihe. Tämä tieto avaa kalasektorin käyttöön aivan uuden ja edullisen elintarvike- raaka-aineresurssin.



Konsortio toteutti pilotoinnit tuoteideoista yhdessä niin, että VTT keskittyi kokonaisen silakan entsyymaattiseen prosessointiin, Turun yliopisto peratun silakan pH-muunnosprosessiin ja Luke gelatiinin eristämiseen suomuraaka-aineesta. Pilotoinnit toteutettiin toukokuussa 2019 MeatCo:ssa Hollannissa. Entsyymaattinen erotusprosessi on käytössä oleva prosessointitapa mm. lihateollisuuden sivuvirroille, ja MeatCo on yrityksenä kokenut kyseisen prosessin toteuttaja. Silakkaproteiinin erotuksen pilotointi onnistuikin teknisesti hyvin, vaikka koepäivän aikana ei ollut mahdollista optimoida olosuhteita. 445 kg silakkaa prosessoimalla saatiin valmistettua n. 43 kg spray-kuivattua kalaproteiinia, jonka proteiinipitoisuus oli 77 % ja rasvapitoisuus 9 %. Jauhe on selvästi kalalta haisevaa ja maistuvaa. Pilotoinnilla saatiin lisää tietoa fraktiointiprosessien käyttökelpoisuudesta.

Vaihtoehtona erotetulle proteiinijakeelle VTT on kehittänyt ajatusta käyttää elintarvikesovellusten raaka-aineena hienoksi jauhettua kokonaista tai perattua kalaa. Valmistusprosessina on hyödynnetty erityisesti ekstruusiota. VTT:llä aloitettiin 2018 ”nyhtökalan” kehittäminen, ideana käyttää jauhettua kalaa tai kalaproteiinia, tarvittaessa yhdistettynä kasviproteiinin kanssa, ja valmistaa ekstruusiolla uudentyypistä, helppokäyttöistä kalatuotetta. Koeajojen perusteella jauhettun kalan ja herneproteiinin yhdistelmästä syntyy erittäin lupaava, säikeinen ja neutraalin makuinen tuote (Kuva 2). Ekstruusiokokeita on jatkettu mm. kehittämällä prototyyppituotteen makua ja rakennetta. Lisäksi on käytetty nyhtökala erilaisten ateriakokonaisuuksien osana. Nyhtökala on myös valmisteilla tieteellinen artikkeli, joka on tarkoitus julkaista alkuvuonna 2020.

Vuoden 2019 lopulla nyhtökala-artikkeliin liittyvä tieteellinen kokonaisuus saatiin valmiiksi. Aihekokonaisuus sisälsi tärkeimpinä elementteinä kokonaisuudesta ja peratusta silakasta valmistetun nyhtökalan mikrobiologisen laadun ja aistinvaraisen profiilin määrittämisen. Aihekokonaisuus esiteltiin sekä WEFTA konferenssissa 14.10.2020 Färsaarilla, että Kalatalouden innovaatiopäivillä 8.11.2019. Molemmissa tapahtumissa aiheesta tuli hyvää palautetta ja sitä pidettiin merkittävänä liittyen vähäarvoisten kalojen hyödyntämiseen.

Nyhtökälakehityksessä tavoitteena on ollut paitsi kehittää uusi tapa hyödyntää pikkukaloja elintarvikkeina, myös antaa yrityksille esimerkki siitä, millaisia uusia kalatuotteita on mahdollista valmistaa. Yritykset ovat olleet kiinnostuneita nyhtökälakonseptista, ja VTT käy keskusteluja tuotteen valmistuksen aloittamisesta kiinnostuneiden potentiaalisten yritysten kanssa. Nyhtökala / nyhtösilakka on kiinnostanut myös mediaa ja suurta yleisöä.

Erilaisten rakenteiden muodostamiseen kalaraaka-aineesta testattiin alustavasti myös 3D-tulostusta, kun mätitahnasta tulostettiin Blue Products -logo näytettäväksi Turun ruokamessuilla.



*Kuva 2. Nyhtösilakkaa sellaisenaan ja wokattuna, sekä sen raaka-aineet; kokonaiset silakat ja herneproteiini.*

#### 4.3. Proteiini- ja öljyjakeiden elintarvikesovellukset

Raportointijaksolla työpaketissa oli kolme elintarvikkeisiin liittyvää toimenpidekokonaisuutta: 1) silakkamassojen kuluttajalaadun parantaminen, 2) yhteiskehittämisen työpajaprosessi ja 3) silakkafraktioiden prosessin kehittäminen.

Jakson alussa tehtiin kirjallisuuskatsaus Suomessa aiemmin toteutettuihin kalamassahankkeisiin. Lisäksi tehtiin kirjallisuusselvitys ja soveltuvuusarviointi erilaisista kalan fraktiointiprosesseista.

Katsausten ja yrityskeskustelujen pohjalta todettiin silakkamassan säilyvyyden ja laadun parantamisen olevan avain käytön volyymin kasvuun ja kohteiden monipuolistumiseen. Näiden toteutuminen edistäisi myös kalastajien ja jalostajien katetta. Silakkamassan pakkassäilyvyyttä pyrittiin parantamaan sekä luonnollisilla (tyrninkuorijauhe, puolukankuorijauhe, yrteistä saatu polyfenoliuute) että perinteisillä hapettumisenestoaineilla (EDTA ja E- ja C-vitamiini) vertailtuna kontrollina toimivaan säilöntäaineettomaan silakkamassaan. Säilyvyyskokeen päätoteuttaja oli Turun yliopisto ja se tehtiin yhteistyössä Luken kanssa.

Koska härskiintyminen on selkeä ja rajoittava ongelma, johon pystyttiin uudella luonnollisilla antioksidanteilla vaikuttamaan, ehdotetaan kokonaisuutta jatkettavaksi. Ongelman vaikeus ja merkittävyys nousi esille myös yrityshaastatteluissa. Jatkokokeita tarvitaan antioksidanttitaso optimointiin sekä silakan laatua arvioimaan kykenevän koulutetun paneelin perustamiseen. Myös kuluttajatestauksia tarvitaan lisää. Yhdessä em. toimet muodostavat kokonaisuuden, jota koko ala pystyy hyödyntämään uusien tuotteiden kehittämisessä.

Yhteiskehittämiseen perustuvien työpajojen tavoitteena oli antaa pk-yrityksille työkaluja asiakaslähtöisen tuotekehityksen avuksi. Työpajat olivat avoimia tilaisuuksia, joihin kaikilla niihin halukkailla yrityksillä oli mahdollisuus osallistua. Myös muut osallistujaryhmät (ruokaharrastajat, kehittäjäorganisaatiot, oppilaitokset, ...) saivat tilaisuuksiin avoimet kutsut. Prosessi lähti liikkeelle yritysten tarpeista ja siinä yhdistettiin yrittäjät, tutkijat ja kuluttajat/asiakkaat (Kuva 3). Yhteensä järjestettiin seitsemän työpajaa, joista viisi järjestettiin Vaasassa ja kaksi Turussa. Yrityksiä työpajoihin osallistui yhteensä 7, joista kaksi lanseerasi uuden, työpajoissa kehitetyn tuotteen. Tuotteita esiteltiin ja niistä kerättiin kuluttajapalautetta neljässä eri tilaisuudessa Suomessa ja Ruotsissa. Yrittäjät saivat työpajoissa toteutetuissa arvioinneissa asiakaspalautetta ja lanseeraustilaisuuksista kuluttajapalautetta, jotka molemmat tarjosivat apuvälineitä asiakaslähtöiseen tuotekehitykseen.

### Kohti yhteistä tavoitetta



Kuva 3. Yhteiskehittämisen kaavio.

Volyymitaan merkittävien silakka- ja kilohailisaaliiden jatkojalostaminen on vaikeaa prosessoinnin kustannusheikkouksien vuoksi. Virtaviivaistettu fraktiointi, jonka tuotteina ovat proteiini- ja öljypitoiset jakeet, on kiinnostava, koska molemmille päätuotteille on kasvava tarve markkinoilla. Fraktiointiin testattiin sekä entsyymattista että pH:n muutokseen perustuvaa menetelmää. Eri prosesseilla (entsyymi- vs. pH-shift –prosessi) tuotetut proteiinikonsentraatit olivat kemialliselta laadultaan odotetun erilaisia. Aminohappo- ja rasvahappokoostumuksien perusteella proteiinit ja rasvat jakautuivat prosesseissa eri tavoin.

Silakan fraktiointikokeista saatiin vaihtelevia tuloksia menetelmästä riippuen. Turun yliopiston toteuttamien kokeiden tulosten perusteella pH-muutosprosessi toimi paremmin tuottaen helpommin hyödynnettävät öljy- ja proteiinijakeet. Tämä prosessi pilotoitiin Hollannissa toukokuussa 2019, ja ylöspäinskaalauksessa ilmenneistä haasteista huolimatta silakkaproteiinia saatiin eristettyä laboratoriomittakaavaan verrattavalla proteiinisäannolla, joten pilotointia voidaan pitää onnistuneena. Kalaöljyä ei kuitenkaan saatu tehokkaasti eristettyä omaksi fraktiokseen, joten prosessin jatkokehitykselle on vielä tarvetta.

Turun yliopiston toteuttama osuus silakan fraktiointikokeista tehtiin yhteistyössä konsortioon kuuluvan VTT:n sekä Åbo Akademin kanssa. Työ aloitettiin perehtymällä teollisuudessa ja tutkimuksessa kuvattuihin prosessointivaihtoehtoihin sekä niillä tuotettuihin tuotteisiin. Taustaselvitystä tehtiin yhdessä VTT:n ja Åbo Akademin kanssa. Selvitysten pohjalta laadittiin suunnitelma prosessista, joka tuottaa proteiini- ja öljypitoisia fraktioita, joista osa voidaan käyttää lähes sellaisenaan ja osa prosessoida edelleen muiksi elintarvikkeiksi.

Koska silakasta tuotetuista proteiinikonsentraateista on haastavaa saada kalan makua ja hajua täysin pois, tuotekonseptien kehittämisessä päädyttiin siihen, että silakasta eristetty proteiini soveltuu parhaiten kalatuotteisiin. Silakkaproteiinille kehitettiin kaksi tuotekonseptia, silakkasurimi ja silakkapullat. Surimi valmistetaan yleensä valkolihausista kaloista, kuten turskasta, joten silakan harmaa väri saattaa olla haasteena sen käytölle surimissa. pH:n muutoksella tuotetusta silakkaproteiinista valmistettu surimi oli kuitenkin rakenteeltaan verrattavissa kaupallisiin surimivalmisteisiin. Toinen elintarvikesovellus silakkaproteiinille oli silakkakaurapullat (kuva 4), joissa 0-50% jauhetusta silakasta korvattiin silakkaproteiinilla.



*Kuva 4. Silakka-kaurapullat, joissa puolet jauhetusta silakasta on korvattu silakkaproteiinilla.*

#### 4.4. Korkean lisäarvon tuotteet

Tämän työpaketin tavoitteena oli kehittää 1-2 prosessia arvoyhdisteiden tuottamiseksi ja rikastamiseksi, määrittää jakeiden bioaktiivisuuksia ja teknofunktionaalisia ominaisuuksia, tunnistaa lainsäädäntöön liittyviä tekijöitä, siirtää valitut prosessit pilot-mittakaavaan, tehdä arvojakeilla tuotekonseptitestauksia, kartoittaa raaka-aineiden kokonaisvaltaista hyödyntämistä ja tuottaa taustatietoa uusien prosessien kehittämiseksi. Työ on edennyt hyvin ja kaikki yllä mainitut tuotokset saavutettiin vuoden 2019 loppuun mennessä.

Luke on määrittänyt erilaisten vajaahyödynnettyjen kalaperäisten raaka-aineiden koostumusta ja kehittänyt useita prosesseja niiden sisältämien arvoyhdisteiden tuottamiseksi ja rikastamiseksi. Kehitetyt prosessit ovat yksinkertaisia, ympäristöystävällisiä, helposti skaalattavia ja ne perustuvat kuumavesiuuttoon ja entsyymaattiseen hydrolyysiin (Kuva 5). Myös kemiallista ja biologista hapottamista on tutkittu.

Raaka-aineen riittävyttä, logistiikkaa ja kokonaisvaltaista hyödyntämistä on kartoitettu ja tuotettu taustatietoa uusien prosessien kehittämiseksi. Jalostuksessa fileoitavasta silakasta jää noin 2 miljoonaa kiloa päitä, suolia, eviä, vatsaliepeitä, sukutuotteita ja ruotoja. Koska silakan fileointi on keskittynyt muutamaan harvaan paikkaan, tämä sivuvirta olisi logistisesti helppo ottaa hyötykäyttöön. Nämä fileointijäännökset ovat potentiaalisia arvojakeiden lähteitä, sillä ne ovat Luken tutkimusten mukaan proteiini- ja rasvakoostumukseltaan verrattavissa kokonaiseen silakkaan. Kalojen suomut ja nahat ovat myös mielenkiintoisia lisäarvoyhdisteiden lähteitä, koska ne sisältävät gelatiinia/kollageenia. Näiden lisäksi arvojakeita on fraktioitu kokonaisista peratuista pikkulahnoista, särkimassauksen sivutuotteista ja kirjolohen selkäruodoista.

Tuottoprosessit on kehitetty edellä mainittujen raaka-aineiden gelatiinille/kollageenihydrolysaatille, proteiinihydrolysaatille (bioaktiiviset peptidit), mineraaleille ja öljylle (Kuva 5). Tuotettujen jakeiden koostumusta, bioaktiivisuutta ja teknofunktionaalisia ominaisuuksia on selvitetty. Jakeita on alustavasti myös testattu erilaisissa tuotekonsepteissa. Silakan suomujen gelatiinin eristysprosessin pilotointikoe (eräkoko noin 75 kg) tehtiin Hollannissa (Meatco BV ja Bodec) toukokuussa 2019. Arvofraktioiden (gelatiini, proteiinihydrolysaatti ja mineraalit) saannot olivat pilotoinnissa samaa suuruusluokkaa kuin laboratorioissa saadut tulokset. Tämän perusteella tällä eristysmenetelmällä on mahdollista tuottaa arvojakeita kaupallisiin tarkoituksiin riittäviä määriä. Eristysmenetelmä vaatii kuitenkin vielä optimoimista. Pilotoinnin perusteella yksi haaste on esimerkiksi gelatiinifraktion konsentroidi ennen sumutuskuivausta. Nyt tehdyssä pilotointikokeessa gelatiinifraktiota esikonsentroititiin lämpökäsittelyn avulla yli yön, minkä seurauksena gelatiinin rakenne pilkkoutui ja sen tekno-funktionaaliset ominaisuudet heikentyivät.

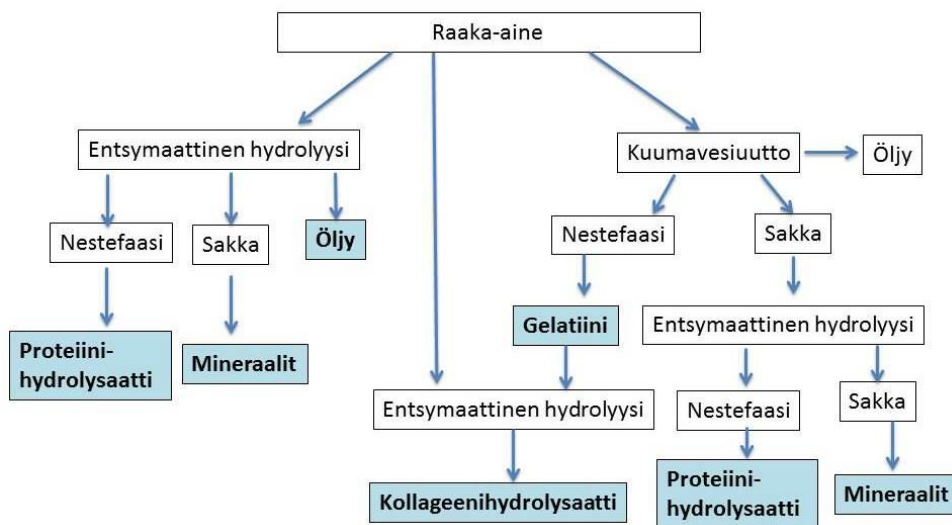
Kalapeptidejä sisältävillä proteiinihydrolysaateilla arvioidaan olevan korkea kaupallinen potentiaali erilaisissa elintarvike-, ravintolisä- ja kosmetiikkasovelluksissa, koska niillä on havaittu olevan monia bioaktiivisia ominaisuuksia. Näitä ominaisuuksia ovat mm. antimikrobisuus, antiviraalisuus, antitumorisuus, antioksidatiivisuus, verenpaineen säätely, veren hyytymisen esto, kivun lievitys, ahdistuksen lievitys ja ruokahalun hillitseminen.

Eri menetelmillä tuotettujen kalahydrolysaattien kykyä estää verensokerin säätelyyn vaikuttavan entsyymin (DPP4) toimintaa tutkittiin laboratoriomenetelmällä. Tutkimusten perusteella silakan sivuvirroista (perkeet, nahat ja päät) tuotetut hydrolysaatit estivät tehokkaasti DPP4-entsyymin toimintaa. Kalahydrolysaattien antimikrobinen aktiivisuus testattiin muunnetulla *in vitro* kiekko - diffuusiomenetelmällä kymmentä valittua taudinaiheuttajaa sekä elintarvikkeita pilaavaa mikrobista vastaan. Hydrolysaateilla ei havaittu olevan antimikrobista aktiivisuutta.

Kalagelatiini on lupaava vaihtoehto sian ja naudan nahasta tuotetulle gelatiinille. Kysyntää kalasta eristetylle gelatiinille on erityisesti kasvis- ja kalaruokavaliota noudattavien kuluttajien sekä joidenkin uskontokuntien edustajien keskuudessa. Suomalaisista kaloista saatavalla gelatiinilla on alhainen sulamispiste, jolloin sitä voidaan hyödyntää pakastetuotteissa tai kylmässä säilytettävissä tuotteissa, jotka nautitaan nopeasti sulatuksen tai jääkaapista oton jälkeen. Lukessa testattiin silakan suomuista tuotettua gelatiinia vaniljajäätelön valmistuksessa. Koejäätelön suutuntuma oli miellyttävä. Tuotetun kalagelatiinin maku ja haju oli mieto eikä se maistunut juurikaan kalalle. Kehittämistä jatketaan säätämällä gelatiinin määrää ja testaamalla eri makuvaihtoehtoja. Kalagelatiinia kokeiltiin myös mehujäähän.

Kalagelatiinista voidaan valmistaa myös biohajoavia, pakkausmateriaaleiksi soveltuvia kalvoja (Kuva 6). Kalvot ovat kirkkaita ja alustavien tutkimusten mukaan niiden vetolujuus vertautuu kaupallisista liivateista tehtyihin kalvoihin. Kalagelatiinikalvot ovat vesiliukoisia ja soveltuvat käytettäväksi kuivien aineiden pakkauksina tai pakkauksissa, joiden halutaan liukenevan nopeasti, kuten astianpesukonetabletit. Käynnissä olevissa tutkimuksissa selvitetään myös erilaisia keinoja vähentää kalvojen vesiliukoisuutta ja lisätä niiden vetolujuutta.

Kalan suomuista ja ruodoista gelatiinin eristyksen yhteydessä saatava kalsium on hyvin imeytyvää ja sitä voidaan hyödyntää esimerkiksi ihmisten ja lemmikkien ravintolisissä. Prosesseissa saadaan talteen myös terveellinen kalaöljy.



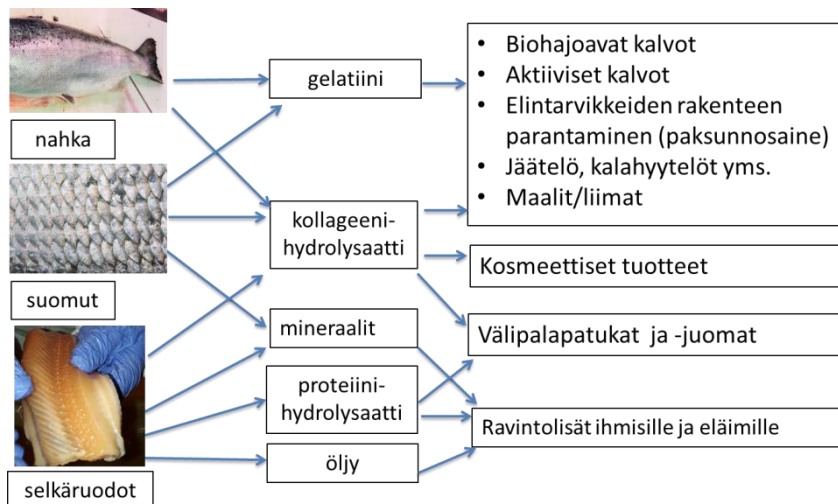
Kuva 5. Arvojakeille kehitetyt entsyymaattiseen hydrolyysiin ja kuumavesiuuttoon perustuvat tuotto- ja fraktiointiprosessit



Kuva 6. Kalagelatiinikalvoja

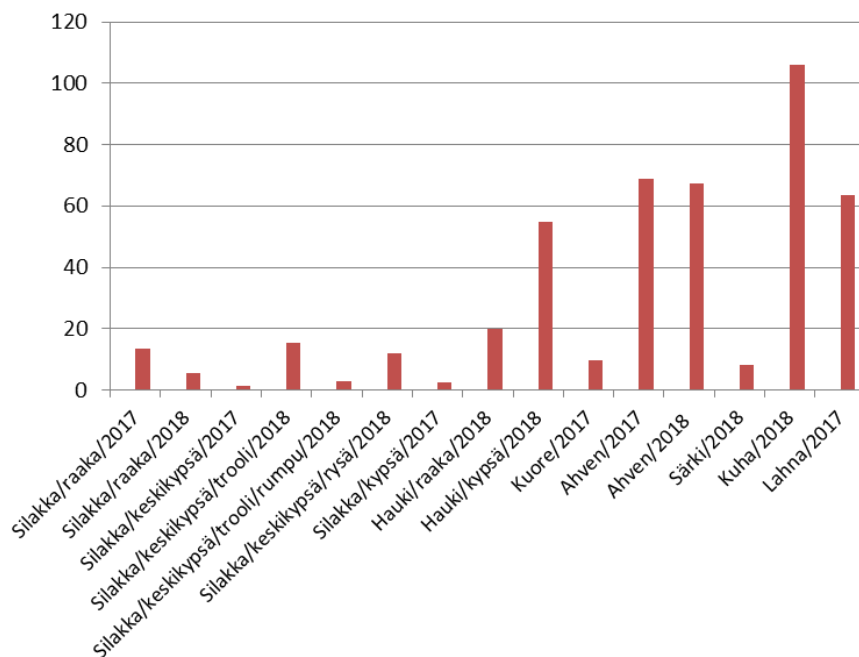
Luke selvitti kyselytutkimuksella suomalaisten lisäarvotuotteita tekevien yritysten (hyvinvointituotteet, lemmikkieläinten ruoat, maanparanteet) kiinnostuksen kohteet ja toiveet Innovaatio-ohjelmalle. Haastattelun tuloksena saatiin tietoa siitä, minkälaisia lisäarvotuotteita Innovaatio-ohjelmassa on tarkoituksenmukaista kehittää. Tutkimus tehtiin luottamuksellisena. Haastattelupyynnö lähetettiin yhteensä 19 yritykselle ja näistä 11 suostui haastateltavaksi. Haastateltavista yli puolet oli lemmikkieläinten ruokia valmistavia yrityksiä.

Hyvinvointituotteissa (ravintolisät, kosmetiikka) kalaperäisiä raaka-aineita voisi yritysten mielestä käyttää hoitavien tai parantavien tuotteiden sekä säilöntäaineiden valmistukseen. Tuotteina mainittiin muun muassa omega-3-öljyt, proteiinihormoneet, bioaktiiviset peptidit, vitamiinilisät ja mineraalivalmisteet. Ohjelmalta toivottiin uutta, luotettavaa tutkimustietoa. Haastattelujen perusteella lemmikkieläinyritykset voisivat käyttää kalaa ja kalan sivuvirtoja erilaisina koirien ja kissojen herkkupaloina ja raakapakasteina. Lisäksi kalaöljyjen hyödyntäminen lemmikkien ravintolisinä kiinnostaa. Arvojakeiden mahdollisia käyttökohteita on listattu kuvassa 7.



Kuva 7. Arvojakeiden käyttömahdollisuuksia

Ahvenen, kuhan, lahnan, särjen, silakan ja kuoreen mätiä ei juuri hyödynnetä nykyisin. Tutkimusten perusteella etenkin kuhan, ahvenen ja lahnan mädit sisältävät runsaasti D3-vitamiinia (Kuva 8). Ideointi mädistä valmistettaviksi uusiksi elintarvike- ja ravintolisäsovelluksiksi on aloitettu.



Kuva 8. Alihyödynnettyjen mätien D-vitamiinipitoisuuksia (µg/100 g)

## 5. Ohjelman rahoitus ja resurssointi

Ohjelma on viety läpi noin 20 henkilön ydinryhmällä, mutta kaikkiaan noin 50 henkilöä on suorittanut erilaisia tehtäviä ohjelmassa. Suurin osa on ollut konsortion partnereiden omaa henkilöstöä, ja tehtäviin on myös erikseen palkattu hankehenkilöstöä. Lisäksi ydinryhmään on kuulunut pari väitöskirjatutkijaa sekä pro gradu -tutkielman suorittajaa.

### Hyväksytty rahoitussuunnitelma:

ELY-keskuksen tuki (100,00 %)	1 000 000,00 euroa, josta	
EU:n rahoitusosuus (EMKR)- (41,00 %)	410 000,00 euroa	(41,00 %)
Kansallinen rahoitusosuus- (59,00 %)	590 000,00 euroa	(59,00 %)
Yhteensä (100%)	1 000 000,00 euroa	

### Hyväksytty kustannuserittely ja avustusmuodot:

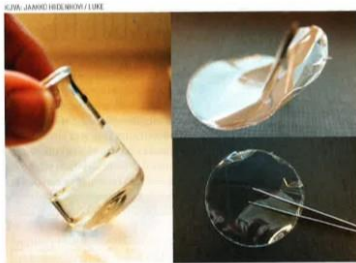
Henkilöstökustannukset (palkat sivukuluineen)	722 370,00 euroa
Ostopalvelut	26 473,00 euroa
Muut kustannukset	142 801,00 euroa
Kiinteämääräinen rahoitus (15% palkkakuluista)	108 356,00 euroa
Yhteensä	1 000 000,00 euroa



## Kalatalouden innovaatio-ohjelma 'Korkean lisäarvon tuotteet'

### Tiede & Tutkimus

TEKSTI: johtava tutkija **Pirjo Mattila**, erikoistutkijat **Jari Setälä**, **Jaakko Hildenhov** ja **Ana-Liisa Välimaa** & tutkimuspäällikkö **Sari Mäkinen**, Luonnonvarakeskus tutkija **Anni Niisov** & erikoistutkija **Kaisu Honkapää**, VTT erikoistutkija **Saska Tuomasjukka**, Turun yliopisto, Elintarvikemä ja elintarviketekniikka tutkimusprofessori **Anu Hopia** & projektitutkija **Katja Marttunen**, Funktionaalisten elintarvikkeiden kehittämisskeskus



Suomugelatiinista geelejä ja kalvoja.



Silakkamassan säilyvyyttä voidaan parantaa esimerkiksi marjajauheilla.

Biotalous.fi

**Uusilla tuotteilla arvoa kotimaiselle kalalle**

## LISÄÄ ARVOA SILAKALLE JA VAJAAHYÖDYNNETYILLE KALOILLE

Kalastuksen Blue Products -innovaatio-ohjelmassa tutkitaan mahdollisuuksia nostaa silakan ja vajaahyödynnettyjen kalojen arvoa.

Helsingin Sanomat 2.1.2019

### Tiede

**Solakka, Sisu vai Galambala? Lukijat ehdottivat satoja nimiä kokosilakkatuotteelle, jota tutkijat kehittävät**

**Silppusilakka tehdään kaloista, joita ei tarvitse perata eikä välttämättä edes suolistaa.**

Satakunnan Kansa + muut Lännen Median lehdet 7.10.2018, kotimaa

**Silakkaa voi kohta löytyä karkkipussista – ruokapöydissäkin olisi tilaa, sillä tonnikalaa syödään viisi kertaa enemmän**