

KALATALOUDEN INNOVAATIO -OHJELMAT

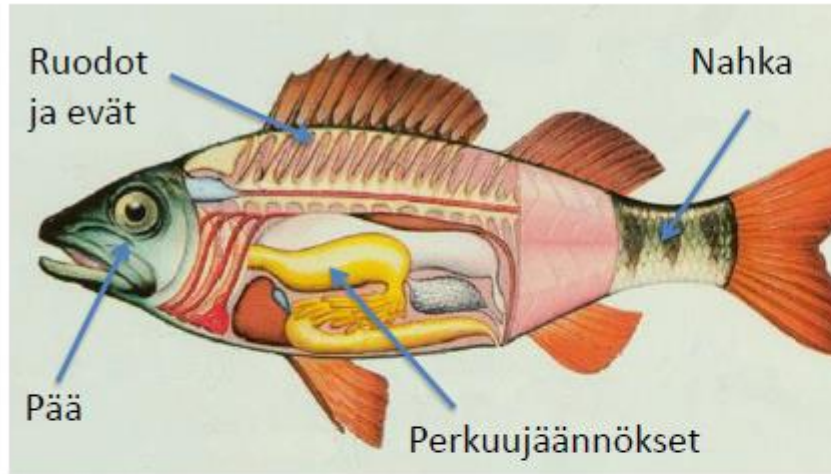
Sivuvirroista lisäarvotuotteita

Jaakko Hiidenhovi, Pirjo Mattila, Anna-Liisa Välimaa,
Sari Mäkinen, Jari Setälä, Eila Järvenpää, Pertti Marnila,
Teuvo Niva, Nora Pap, Anne Pihlanto, Anssi Ahvonen

24.5.2018



Mitä ovat sivuvirrat?



Perkuujäännökset

- Suolet, sisäelimet, veri, mäti (otetaan usein kirjolohesta, muikusta ja siiasta talteen),
- Poistetaan alkutuotannossa ja jalostuksessa

Fileointijäännökset

- Pää, kidukset, keskiruoto, evät, nahat, suomut ja vatsalieveet
- Poistuu jalostuksen yhteydessä
 - Lohikaloja ei yleensä nahoiteta, siika suomustetaan, hauki, kuha, ahven nahoitetaan
 - Lohikalojen ruodosta irrotetulle lihalle, päälle ja vatsalieveille on muitakin markkinoita kuin rehumarkkinat

Setälä & Svanbäck 2018



Kalanjalostusteollisuudessa paljon sivuvirtaa

Tuoteryhmä/Kalalaji	Kirjolohi	Lohi	Silakka	Muu kala	Yhteensä
Pakastefile	3 300	1 315	596	238	5 449
Tuorefilee	8 297	15 795	2 874	1 508	28 474
Muu tuore	4 993	4 888	60	954	10 895
Suolatt/Graavi	558	252	27	45	882
Savu	3 748	1 702	13	1 050	6 513
K-savu	1 699	439		5	2 143
Muu	43	71	107	52	273
Yhteensä	22 638	24 462	3 677	3 852	54 629
Josta sivuvirtaa	8 675	7 032	2096	1965	19 768

Sivuvirtamäärä on tässä taulukossa yliarvio, koska välituotteiden (raaka-aineena toisessa yrityksessä tehty filee) määrää ei ole vielä huomioitu.

Raaka-ainemäärät Luken kalajalosteiden tuotantotilastosta vuodelta 2015

Setälä & Svanbäck 2018



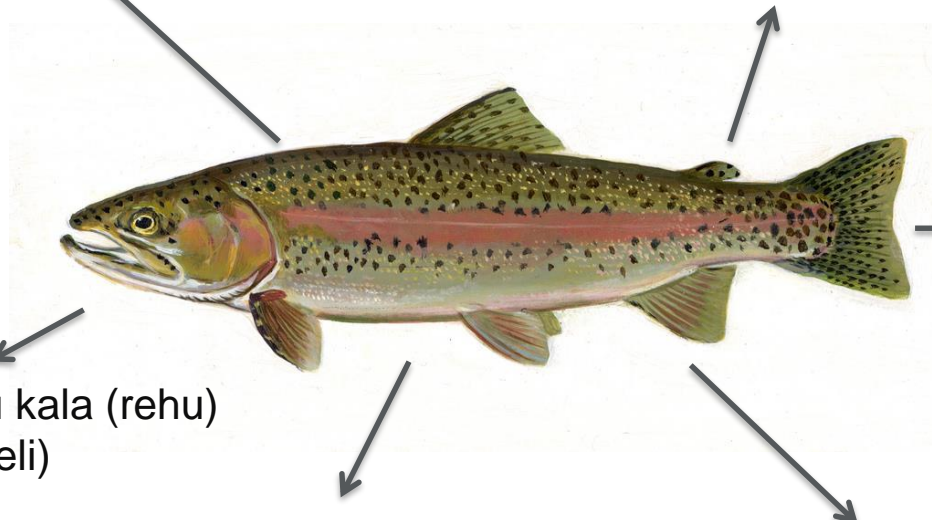
Sivuvirtojen osuus kalasta

Nahka /suomut 4-11 %

Kalajauho/hapotettu kala (rehu)
Välipalat (lemmikit)
Kollageeni/Gelatiini
Nahkatuotteet

Fileointi jäännökset 5-21 %

Jauhettu kala >> Surimi
Kalaproteiinihydrolysaatti (KPH)
Öljy
Ruoka



Selkäruoto 8-11 %

Kalajauho/hapotettu kala (rehu)
Jauhettu kala >> Surimi
KPH
Öljy
Kollageeni/Gelatiini
Mineraalit (Ca, P)
Hydroksiapatiitti

Pää 10-25 %

Kalajauho/hapotettu kala (rehu)
Ruoka (poskiliha, kieli)
Öljy
sGAG

Sisäelimet 3-14 %

Kalajauho/hapotettu kala (rehu)
Öljy
KPH
Ensyymit

Mäti, maiti

Rustad 2007

Mädistä lisäarvoa?

Peruskoostumus (%)	Silakka	Norssi	Lahna	Ahven
vesi	78,7	67,6	66,9	80,9
proteiini	17,0	20,3	24,3	11,8
rasva	1,6	8,5	4,4	4,2
tuhka	0,9	1,8	1,5	1,1
hiilihydraatit	1,9	1,7	2,9	2,0
Rasvahapot (%)				
C14:0	2,0	4,5	2,7	0,7
C16:0	20,3	14,7	18,0	5,2
C18:0	1,3	1,3	4,1	1,0
Σ SAFA	24,6	22,5	27,1	7,8
C16:1	8,3	11,5	14,6	14,8
C18:1	17,1	22,7	21,9	15,7
Σ MUFA	26,2	35,9	38,1	31,4
C18:3 n-3 ALA	1,8	1,9	0,7	1,6
C18:4 n-3 SDA	0,5	2,5	0,2	0,3
C20:5 n-3 EPA	10,6	10,0	5,1	7,4
C22:5 n-3 DPA	1,3	0,7	1,9	2,3
C22:6 n-3 DHA	24,8	16,9	13,5	37,2
Σ n-3	41,0	33,2	22,4	49,5
C18:2 n-6 LA	3,7	2,5	2,0	4,0
C20:4 n-6 AA	1,2	2,0	1,7	3,4
Σ n-6	5,7	5,1	4,9	7,9
Σ PUFA	46,8	38,5	27,4	57,4
D3-vitamiini (µg/100 g)	1,40	9,67	63,50	69,00



Kalasta saatavia lisäarvotuotteita

- Kalan rasva on tärkeä n-3 tyydyttymättömien rasvahappojen lähde (EPA ja DHA)
- Kalaproteiinihydrolysaatit (bioaktiiviset peptidit)
- Kollageeni/gelatiini
 - Perinteisesti eristetty teurasjätteistä, mutta hullun lehmän taudin seurauksena on alettu tarkemmin selvittämään myös mahdollisuutta käyttää kaloja ja muita mereneläviä niiden lähteenä
- Kalan ruodosta on noin 30 % kollageenia ja 60 – 70 % epäorgaanisia yhdisteitä, kuten kalsiumia, fosforia ja hydroksiapatiittia
 - Elintarvike-, rehu-, lannoite- tai kemianteollisuudelle kalsiumia ja fosforia
 - Hydroksiapatiittia voidaan käyttää luusiirremateriaalina lääketieteen ja hammaslääketieteen sovelluksissa synteettisen hydroksiapatiitin sijasta
- Kaloista ja äyriäisistä voidaan eristää polysakkarideja, kuten kitiiniä/kitosaania ja glukosamiiniglykaaneita
 - Useita sovelluksia mm. biolääketieteessä, ravintolisissä, elintarvikkeissa, kosmetiikassa ja ympäristösektorilla
- Entsyymit
 - Kalojen entsyymit aktiivisia alhaisissa lämpötiloissa >> alhaiset prosessilämpötilat, inaktivointi nopeasti vähemmällä lämpökäsittelyllä
- Aminohapot
 - Käytetään lisäravinteina, lääkesovelluksissa sekä rehujen ja elintarvikkeiden lisäaineina

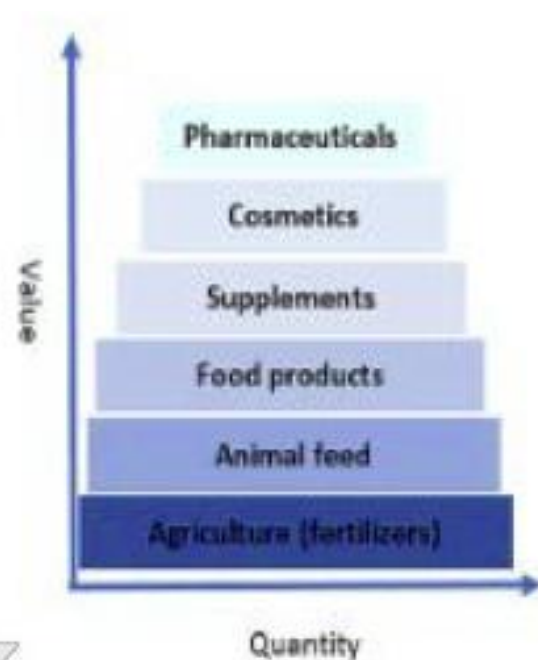


EUROOPAN MERI- JA KALATALOUSRAHASTO
SUOMEN TOIMINTAOHJELMA
2014-2020



Bioaktiiviset peptidit (BAP)

- Kala ja kalasivuvirrat on rikas ja monipuolinen bioaktiivisten peptidien lähde
- Kala sisältää luontaisesti bioaktiivisia peptidejä, jotka ovat osa sen puolustusjärjestelmää, mutta niitä voidaan myös tuottaa hydrolyysin/fermentaation (kalakastike) avulla
- Kalojen peptideillä on havaittu olevan monia bioaktiivisia ja fysiologisia ominaisuuksia, kuten antimikrobisia, antiviraalisia, antitumorisia, antioksidatiivisia, verenpainetta sääteleviä, veren hyytymistä estäviä, kipua lievittäviä, ahdistusta lievittäviä ja ruokahalua hillitseviä
- Peptideillä on korkea kaupallinen potentiaali erilaisina ravintolisä-, lääke- sekä kosmetiikkasovelluksina
- Kotimaisista kaloista tai niiden sivuvirroista saattaa löytyä bioaktiivisia peptidejä erityisesti kylmässä viihtyviä haitallisia mikrobeja vastaan → kylmätuotteiden säilyvyys
- Kaupallistamisen haasteet/rajoitteet (mm. Evira, EFSA)



Kaupallisia BAP-valmisteita

Hydrolysed dried bonito bowel

Peptide ACE 3000	Lowers blood pressure	http://www.nippon-sapuri.com
Vasotensin	Lowers blood pressure	http://www.metagenics.com
PeptACE™	Lowers blood pressure	http://us.naturalfactors.com
Levenorm	Lowers blood pressure	http://www.onc.ca

Peptides from sardines

Lapis Support	Lowers blood pressure	http://www.tokiwayakuhin.jp
---------------	-----------------------	---

Collagen peptides

Bifidus & Collagen	Beautifies the skin	http://www.kagome.co.jp
--------------------	---------------------	---

Hydrolysed whitefish

Seacure	Improves gastrointestinal health	http://www.propernutrition.com
Protizen	Relaxing	http://www.copalis.fr
AntiStress 24	Relaxing	http://www.fortepharma.com/fr/index.htm
Fortidium	Against oxidative stress	http://www.biothalassol.com
Nutripeptin	Lowers glycaemic index	http://www.nutrimarine.com



36,46 €/purkki
608 €/kg

Thorkelsson et al. 2009



30,3-40,5 € /purkki
459-614 € / 1 kg



23,91-34,51 € /purkki
531-767 € / 1 kg



EUROOPAN MERI- JA KALATALOUSRAHASTO
SUOMEN TOIMINTAOHJELMA
2014-2020



Silakan sivuvirrat



	Kosteus (%)	Proteiini (%)	Rasva (%)	Tuhka (%)	HH (%)
Silakka (VTT/UTU)	76,2	14,6	8,9	1,5	0,0
Perkeet (LRK)	78,5	13,6	4,9	3,0	0,0
Perkeet (MK)	78,4	13,7	5,1	2,8	0,0
Pää (MK)	77,7	11,3	7,3	3,7	0,0
Nahka (MK)	78,1	12,2	8,5	1,2	0,0
Selkäruoto (MK)	80,6	13,7	3,4	2,3	0,1



Silakan perkeiden prosessointia



Hapotus (autolyysi)

Hapotettukala

Sentrifugointi

Separointi

Kiintoaines

Entsymaattinen hydrolyysi

Sentrifugointi

Separointi

Öllyjäte

Sakka

Öllyjäte

Vesiliukoinen hydrolysaatti

- Entsyymit (pepsiini)
- Bioaktiiviset peptidit
- Peptoni

Vesiliukoinen hydrolysaatti

- Bioaktiiviset peptidit

Verensokerin säätely (DPP-4-estäjät)

Säilyvyyden parantaminen: antioksidatiivisuus ja antimikrobisuus

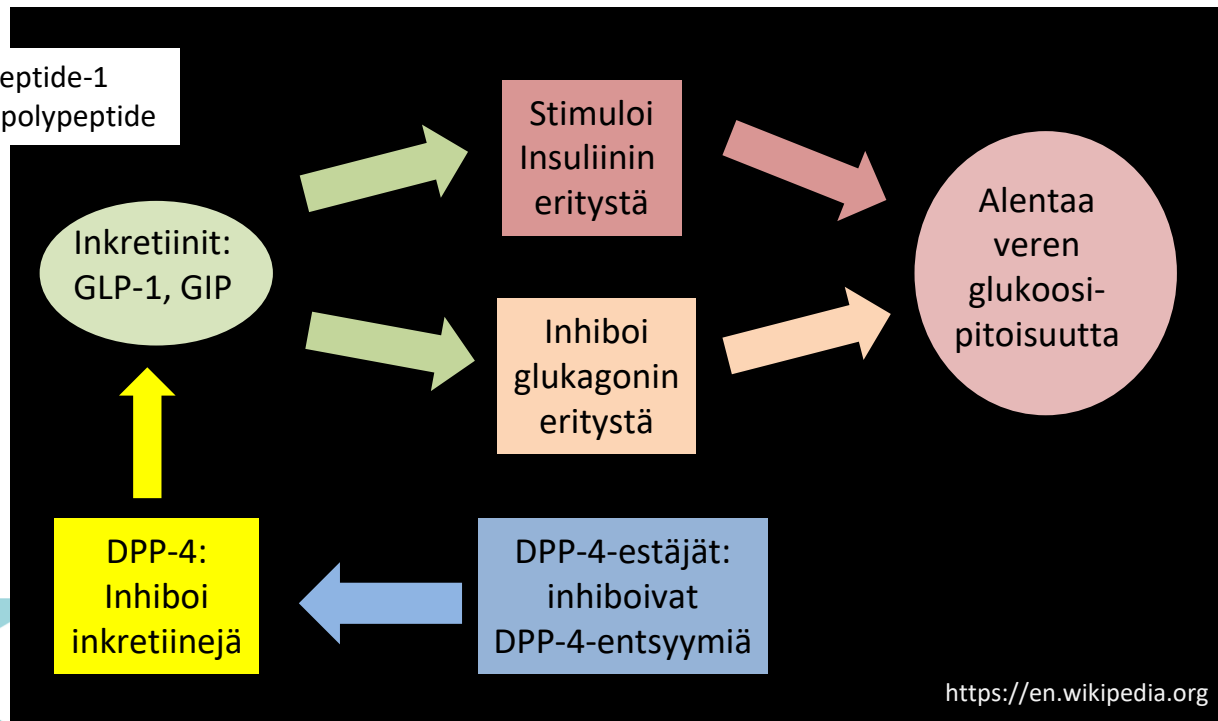


Diabetes ja DPP-4-estäjät

- Diabetes on ryhmä aineenvaihduntasairauksia, joita yhdistää häiriö haiman insuliinin-tuotannossa ja pitkäaikaisesti kohonnut verensokeri (veriplasman glukoosipitoisuus).
- Päätyypit ovat tyypin 1 diabetes, tyypin 2 diabetes ja raskausdiabetes.
- Diabetes on nopeimmin yleistäviä sairauksia Suomessa ja maailmassa.
- Diabetesta sairastaa jo yli 500 000 suomalaista, ja sen hoitokustannusten osuus Suomen terveydenhuollon kokonaismenoista on noin 15 %.
- 75–80 % sairastaa tyypin 2 diabetesta

www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=dlk00011
<http://www.kaypahoito.fi/web/kh/suosituksset/suositus?id=hoi50056>

GLP-1=Glucagon like peptide-1
GIP=Gastric inhibitory polypeptide



<https://en.wikipedia.org>

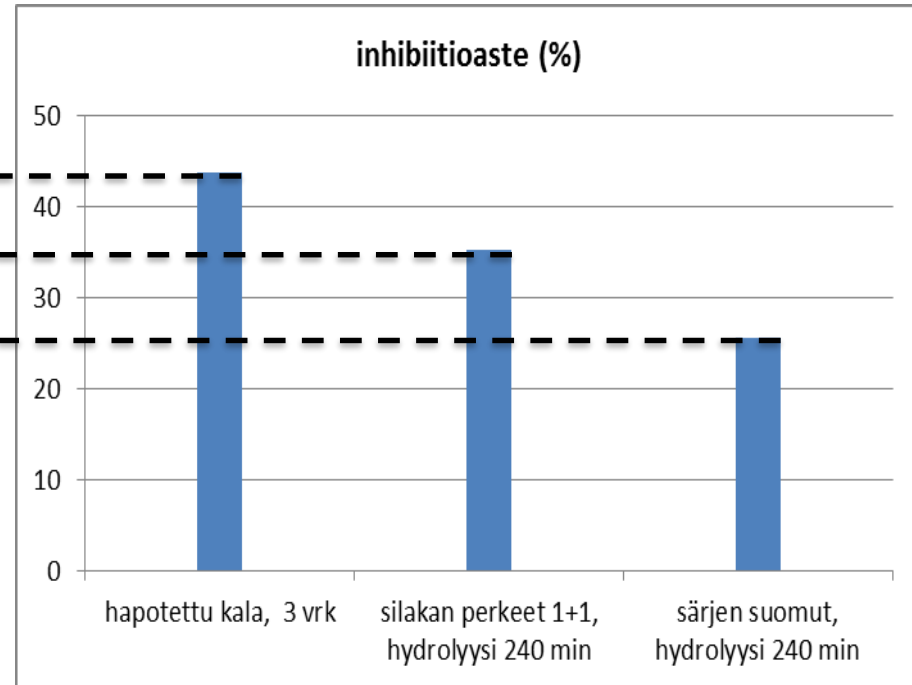
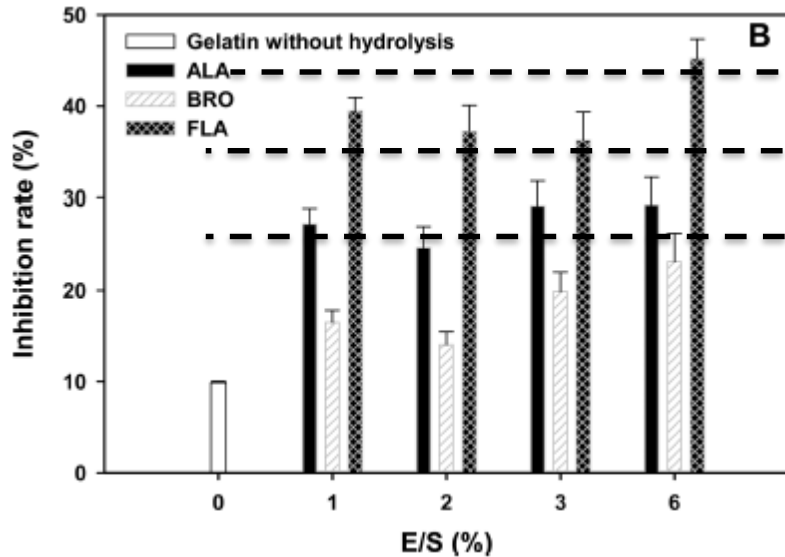
2014-2020

TERVEYSKIRJASTO
ELMA



Kalan sivuvirrat ja DPP-4-estäjät

Lohen nahan gelatiinihydrolysaatti (5 mg/ml)



Alcalase (ALA), bromelain (BRO) ja Flavourzyme (FLA) 240 min

Peptides Derived from Atlantic Salmon Skin Gelatin as Dipeptidyl-peptidase IV Inhibitors

Eunice C. Y. Li-Chan,[†] Shih-Li Hunag,[‡] Chia-Ling Jao,[§] Kit-Pan Ho,[#] and Kuo-Chiang Hsu*[#]
[dx.doi.org/10.1021/jf204720q1](https://doi.org/10.1021/jf204720q1) *J. Agric. Food Chem.* 2012, 60, 973–978

- Sivuvirrat potentiaalisia DPP-4-estäjien lähteitä
- Dioksiinit/PCB huomioitava



Antimikrobisia peptidejä silakasta

Testattu seuraavia elintarvikepatogeeniä ja/tai elintarvikkeita pilaavia bakteereja vastaan:

- Gram-negatiiviset bakteerit:
 - *Pseudomonas aeruginosa* ATCC® 27853
 - *Pseudomonas fluorescens* ATCC® 13525
 - *Yersinia enterocolitica* subsp. *enterocolitica* ATCC® 9610
 - *Escherichia coli* ATCC® 25922
- Gram-positiiviset bakteerit
 - *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* ATCC® 6538
 - *Staphylococcus aureus* subsp. *aureus* ATCC® 25923
 - *Listeria monocytogenes* ATCC® 13932™
 - ***Listeria ivanovii* subsp. *ivanovii* ATCC® 19119™**
 - *Listeria innocua* ATCC® 33090
- *Candida albicans* ATCC 10231 (hiiva)

- Näytteet (24): silakan perkeet hydrolysoitu
 - Alcalase
 - Flavourzyme

- Tulokset:
 - Kolmella näytteellä antimikrobista aktiivisuutta

***Listeria ivanovii* subsp. *ivanovii* ATCC® 19119™**

vastaan



EUROOPAN MERI- JA KALATALOUSRAHASTO
SUOMEN TOIMINTAOHJELMA
2014-2020



Suomut lisäarvotuotteiden lähteenä

Tuore, pesty	Kosteus (g/100 g)	Proteiini (g/100 g)	Rasva (g/100 g)	Tuhka (g/100 g)	HH (g/100 g)
Silakka	84,8	12,1	0,5	2,6	0,0
Särki	59,3	22,2	0,1	18,4	0,0
Siika	59,2	21,3	0,3	18,2	1,0

Tuore, pesty	Proteiini (g/100 g ka)	Rasva (g/100 g ka)	Tuhka (g/100 g ka)	HH (g/100 g ka)
Silakka	79,4	3,6	17,0	0,0
Särki	54,5	0,3	45,2	0,0
Siika	52,3	0,7	44,7	2,4



Pesty, kuivattu	Kosteus (g/100 g)	Proteiini (g/100 g)	Rasva (g/100 g)	Tuhka (g/100 g)	HH (g/100 g)
Silakka	8,2	69,3	0,8	21,7	0,0
Särki	8,7	50,1	0,3	40,9	0,0
Siika	6,9	50,6	0,5	41,9	0,0

Pesty, kuivattu	Proteiini (g/100 g ka)	Rasva (g/100 g ka)	Tuhka (g/100 g ka)	HH (g/100 g ka)
Silakka	75,5	0,8	23,6	0,0
Särki	54,9	0,3	44,8	0,0
Siika	54,4	0,6	45,1	0,0

SUOMUISTA SAADAAN:

- Proteiinia (peptidejä/aminohappoja)
- Kollageenia/gelatiinia
- Kollageeni/gelatiinihydrolysaattia (BAP)
- Mineraaleja (Ca/P), hydroksiapatiittia
- Kitiiniä/kitosaania



Kollageeni/gelatiini/kollageenihydrolysaatti

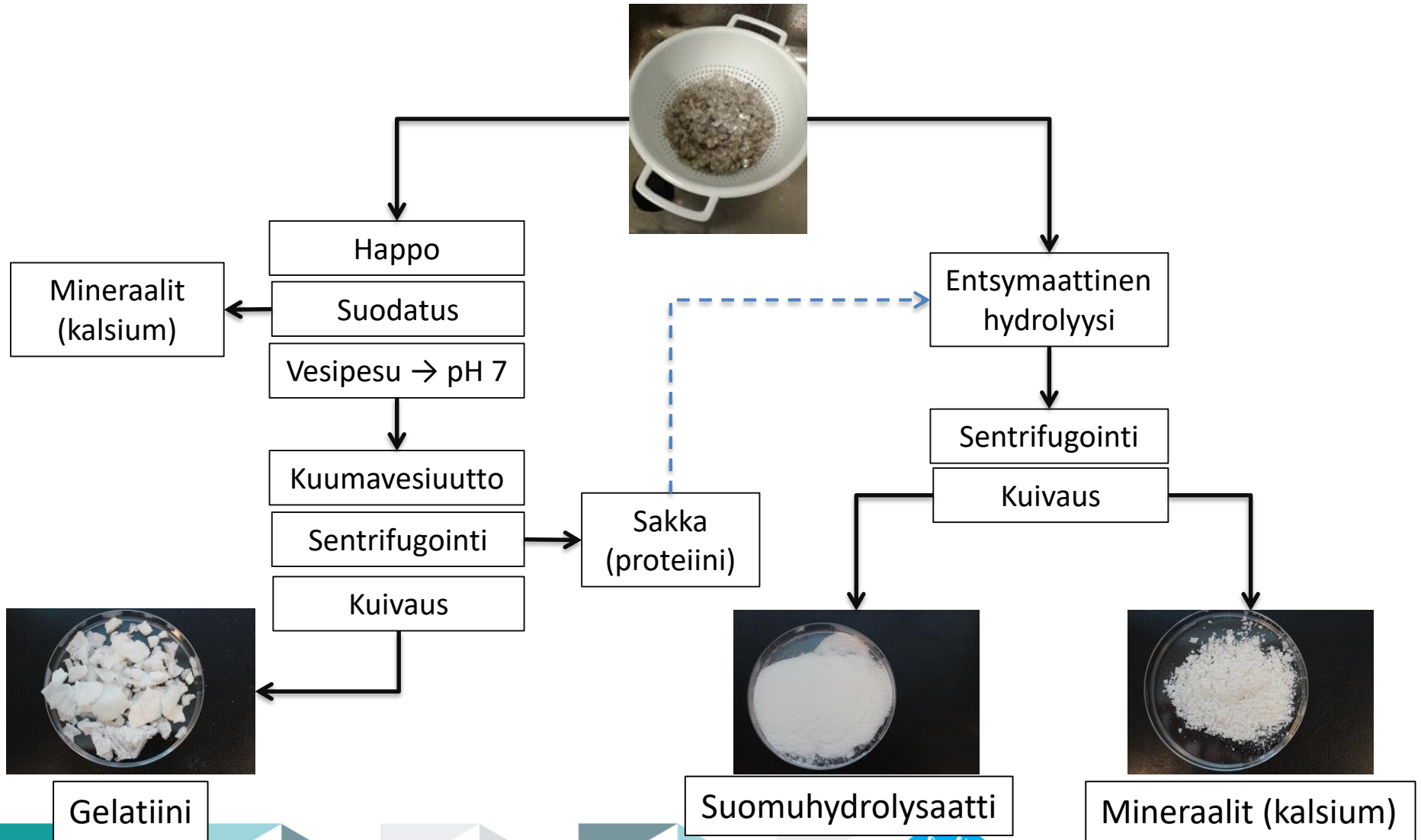
- Kalakollageenia ja sen hydrolyysituotetta gelatiinia käytetään monilla eri sovellusalueilla, kuten biolääketieteessä (mm. kudosteknologia) sekä lääke-, kosmetiikka- ja elintarviketeollisuudessa
- Hullun lehmän taudin seurauksena kiinnostus kalaperäisen gelatiiniin kasvanut
- Kalaperäisen gelatiinin käyttöä eivät estä uskonnolliset rajoitteet
- Hydrolysaateilla monia bioaktiivisia ominaisuuksia
- Suomalaisista kylmän veden kaloista saatavalla gelatiinilla alhainen sulamispiste
 - Pakastetuotteissa tai kylmässä säilytettävissä tuotteissa, jotka nautitaan nopeasti sulatuksen tai jääkaapista oton jälkeen
 - Tuotteissa, joiden halutaan liukenevan nopeasti, kuten erilaisissa mikrokapseloituissa ravintolisissä (mm. vitamiinit)
 - Elintarvikkeissa ja kosmetiikka- sekä lääkevalmisteissa



EUROOPAN MERI- JA KALATALOUSRAHASTO
SUOMEN TOIMINTAOHJELMA
2014-2020



Suomujen prosessointia



	Gelatiini (suomut)			Suomuhydrolysaatti		Gelatiini (suomut)	
	Silakka	Särki	Siika	Silakka	Särki	Meribassi ^a	Ruohokarppi ^b
Ala	111	114	107	104	108	129	129
Arg	49	49	48	44	46	15	50
Asp	47	47	52	48	48	17	47
CyS	1	1	0	4	2	0	1
Glu	64	63	68	69	64	24	77
Gly	374	366	378	345	349	378	367
His	5	4	9	10	8	8	5
Ile	6	10	10	10	13	9	10
Leu	20	18	18	24	21	20	21
Lys	23	23	23	21	22	29	25
Met	16	15	16	18	17	13	13
Phe	14	12	11	17	14	16	13
Pro	101	111	100	97	107	143	87
Ser	51	48	45	52	50	59	39
Thr	22	22	22	27	25	37	25
Tyr	2	2	3	8	5	4	4
Val	20	16	17	28	19	19	18
HLys	11	9	10	12	10		
HPro	63	71	65	61	71	80	70
Σimino	163	181	165	158	178	223	157
%Hpro	38	39	40	39	40	36	45
%HLys	33	27	30	36	31		
%Totaali							
hydroksylaatio	37	37	38	38	38	32	38

a = Dincer et al. 2015, b = Zhang et al. 2011



Särjen gelatiinista geelejä ja kalvoja



Kalakollageenituotteita



<https://www.puhdasplus.fi/>



Hydrolysoitu kalakollageeni, joka on valmistettu kalan nahasta

45,90 € (52,90 €)/kg

<https://feelvid.fi/>



i

hiuksien, nivelten ja ihon hyvinvointii

93 €/kg

<https://www.fitnessfirst.fi>



<https://www.sokos.fi/fi/sokos/vivania-beauty-shot-500-ml-kollageeni-hyaluronihappo-c-vitamiinivalmiste>



Kalanruodoista valmistettuja kalsiumravintolisiä

Sisältävät hydroksiapatiittia sekä mm. kollageenia ja kalsiumia sitovia peptidejä.



Kalsiumravintolisä ihmisille
320 €/kg

<https://biomer.com/ossomer-calcium-supplement>



Kalsiumravintolisä ihmisille.

325-405 €/kg

<http://www.kalsio.com/>



Kalsiumravintolisä
koirille ja hevosille.

260/242 €/kg

<http://www.kalsytech.com>



Tulevat toimenpiteet

- Potentiaalisten peptidien selvitys tietokantatietoihin pohjautuvan mallinnuksen avulla
- Jatketaan hydrolyysejä
 - uudet entsyymit
 - uusia raaka-aineita (VTT:n fraktiot, silakan päät/nahat/selkäruodot, lahnan suomut)
- Jatketaan bioaktiivisten ominaisuuksien määrittämiä
 - DPP-4-inhibitio
 - antimikrobisuus
 - antioksidatiivisuus
- Fraktioiden toiminnallisten ominaisuuksien analyysit
- Fraktioiden turvallisuus (PCB/dioksiinit, raskasmetallit, mikrobit)
- Menetelmien optimointi (saanto, fraktioiden ominaisuudet, tekninen/taloudellinen toteutettavuus)
- Pilotointikokeet



EUROOPAN MERI- JA KALATALOUSRAHASTO
SUOMEN TOIMINTAOHJELMA
2014-2020





Turun yliopisto
University of Turku



Österbottens
Fiskarförbund



AKTION ÖSTERBOTTEN