

Kalasisivuvirtojen käsittely maitohappofermentoimalla ja tuotteiden käyttökohteet

Sanna Taskila
Macon Oy
26.11.2025

macon



Euroopan unionin
osarahoittama



Työn tilaaja: Hiiliviisasta
kiertotaloutta- hanke
Naturpolis Oy

TYÖRYHMÄ



Euroopan unionin
osarahoittama



Sanna Taskila

Dosentti, TkT, DI

Teollisuuden ympäristö- ja biotekniikka,
Bioprosessitekniikka



Mikko Ahokas

FM

Ympäristötieteet



M. Minna Laine

FT, mikrobiologia

Biokaasuteknologia, laitoshygienia,
fermentointi



SISÄLLYS

Johdanto

Tutkimuksen toteutus

Tutkimustulokset

Käyttömahdollisuudet ja niiden rajoitteet

Vaihtoehtoisten käsittelytapojen vertailu

Johtopäätökset

The background is a dark teal color with intricate, flowing white lines that create a sense of movement and depth. These lines are interspersed with numerous small, bright white dots, some of which have a starburst or lens flare effect, giving the overall composition a celestial or ethereal feel.

JOHDANTO

Tausta ja tavoitteet

- Koillismaalla syntyy vuosittain 200-300 t erilaisia kalasivuvirtoja, jotka on ennen toimitettu pääosin rehuksi turkistarhaan
- Kalasivuvirtojen käytön haasteena on niiden huomattava määrä, sesonkiluonteisuus sekä pilaantumisherkkyys
- Tämän työn tavoite on kehittää kalasivuvirroille säilyvyyttä parantava käsittelyratkaisu perustuen maitohappofermentointiin
- Fermentoinnin ansiosta kalasivuvirtojen kuljetus ja käsittely helpottuu, ja niiden potentiaali saadaan hyödynnettyä paremmin

Tutkimuskysymykset

Säilyvätkö villikaloiden perkeet ja sivusaaliit sekä kasvatetun kirjolohen ja siian suolet 30 vuorokautta huoneenlämmössä tai +5–6 asteessa maitohappomelassiseoksella fermentoimalla?

Mikä on fermentoinnin vaikutus villikaloiden suomuihin ja ruotoihin (esim. ruotojen pehmenemiseen)?

Millaisiin käyttökohteisiin maitohappomelassiseoksella fermentoidut villikaloiden perkeet ja sivusaaliit sekä kasvatetun kirjolohen ja siian suolet soveltuvat (biokaasutus, turkiseläinten rehu, lemmikin ruoka, muut käyttökohteet)?

Kalasivuvirtojen säilöntämenetelmät

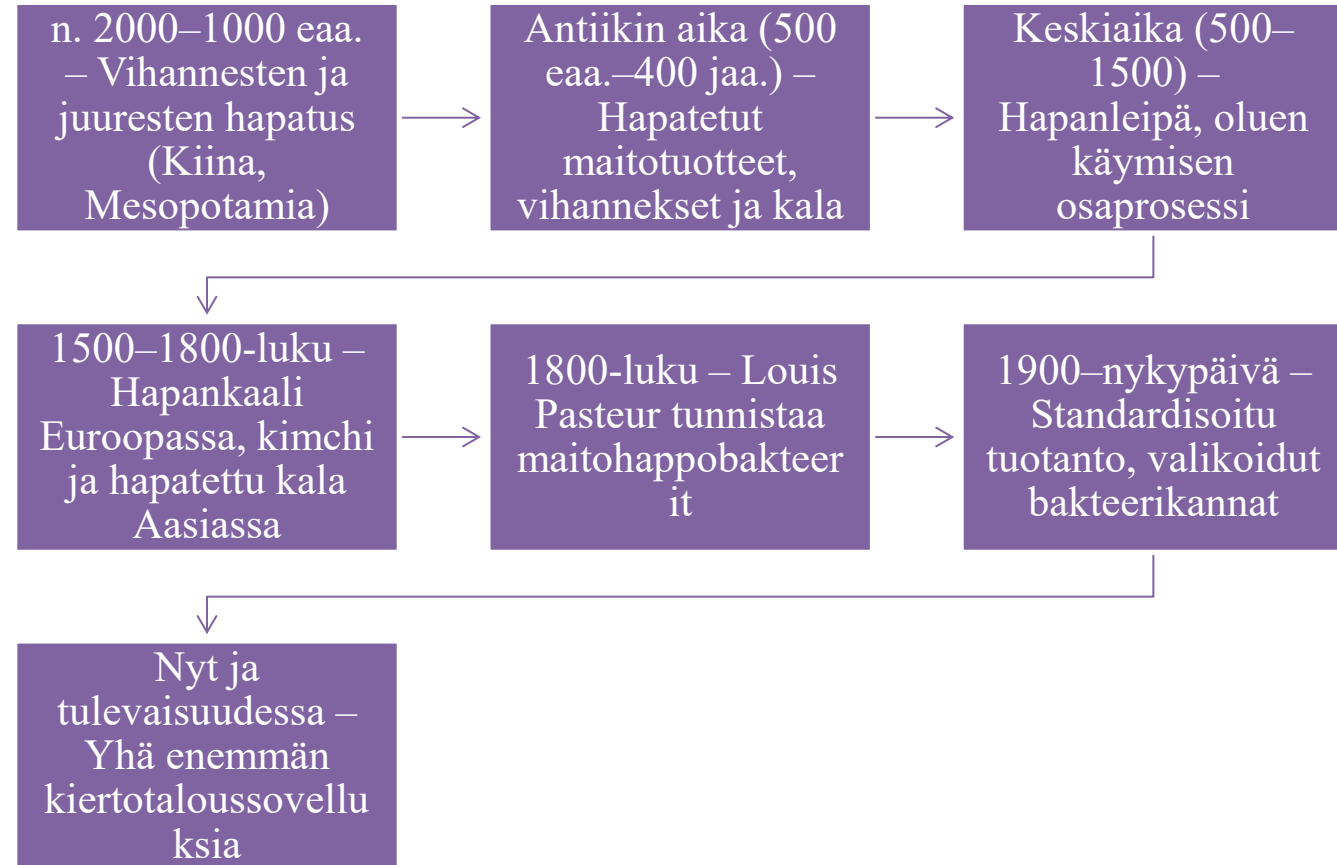
- Kalasivuvirtojen säilöntään on tarjolla laaja kirjo erilaisia menetelmiä
- Yleisimpiä menetelmiä ovat happokäsittely, kuumakäsittely ja pakastus
- Muita menetelmiä ovat mm. maitohappofermentointi, kuivaus, biopohjaiset säilöntäaineet, entsyymikäsittelyt sekä erilaiset uuttokäsittelyt
- Olennaista on löytää tilanteeseen parhaalla mahdollisella tavalla soveltuvat prosessit

- 1) Holopainen 2025. Kalaöljyn eristys silakasta fermentaatiolla. Pro gradu –tutkielma. Turun yliopisto.
- 2) Vielma ym. 2013. Vähäarvoisen kalamateriaalin jalostus lisäarvotuotteiksi-liiketoimintanäkymät. RKTL:n työraportteja 28/2013.
- 3) Bertills & Jung 2025. Kalajauheesta uusi ratkaisu kotimaiseen kalatalouteen. EMKVR. Ajankohtaista.
- 4) Ali ym. 2022. Research progress on nutritional value, preservation and processing.... Foods, 11(22), 3669.

Menetelmä	Kuvaus
Fermentointi hiivalla tai maitohappo-bakteereilla [1]	Silakan sivuvirrat fermentoituina 14 vrk käyttäen <i>Torulaspora delbrueckii</i> tai <i>Lactiplantibacillus plantarum</i> . Tutkittu myös öljyn eristystä fermentoinnin jälkeen.
Happosäilöntä [2]	Säilöntä orgaanisilla hapoilla (esim. muurahaishappo, maitohappo) kalan sivuvirroissa; nopea pH:n lasku
Pakastaminen [2]	Kalasivuvirran pakastaminen ja säilytys kylmäketjussa ennen jatkokäsittelyä
Kuivaus (kalajauheeksi)[3]	Sivuvirtojen kuivaus ja jauhaminen kalajauheeksi; myös nahat ja ruodot hyödynnettävissä
Arvoaineiden erotus (öljy, proteiinit, mineraalit) [2]	Fileointijäännöksistä öljyn talteenotto, proteiinien erottelu, ruodoista kalsiumin ja fosforin hyödyntäminen

Maitohappofermentointi säilöntämenetelmänä

- Maitohappofermentointi on luonnollinen säilöntämenetelmä, jossa hyödylliset maitohappobakteerit muuttavat raaka-aineen sisältämiä sokereita maitohapoksi
- Tämä happamuus estää muiden ei-toivottujen mikrobien kasvua ja tekee tuotteesta säilyvämmän
- Maitohappofermentointi on yksi maailman vanhimmista ja laajimmin käytetyistä säilöntämenetelmistä



TUTKIMUKSEN TOTEUTUS



Euroopan unionin
osarahoittama



naturpolis

Näytteet

- Kalasivuvirrat toimitettiin jäisinä HAMK:lle huhtikuussa 2025
- Näytteet
 - kirjolohen suolet ilman rasvaa
 - kirjolohen suolet sellaisenaan
 - kirjolohen ruodot
 - villikalaseos (hauen pää & ruodot ja muikun päät)

macon



HAMK
Hämeen ammatti-
korkeakoulu



Kirjolohen ruodot



Kirjolohen suolet



Villikalaseos



Villikalaseos



Norssit



Fermentointi- ja säilyvyyskokeet

- Fermentointikokeet toteutettiin 28.4.-26.5 (30 vrk)
 - Näytteet: kirjolohen suolet ilman rasvaa, kirjolohen suolet sellaisenaan, kirjolohen ruodot, villikalaseos (hauen päät & ruodot ja muikun päät)
 - Käsittelyt: murskaus & maitohappobakteerilisäys tai murskaus & hapotus & maitohappobakteerilisäys yön yli temperoinnin jälkeen
 - Kaikkiin lisättiin melassia 5 % (v/v)
- Säilyvyyskokeet toteutettiin 26.5.-23.6 (30 vrk) kylmiössä ja huoneenlämmössä
- Näytteistä analysoitiin ravintoarvot, mikrobiologinen laatu, biokaasupotentiaali ja pH



Säilyvyysreaktiot n. 2 vkon jälkeen.



Kalanäytteitä vetokaapissa.

TUTKIMUSTULOKSET



Mikrobiologinen laatu käsittelyn ja säilyvyyskokeen jälkeen

- Kirjoloihen suolimassojen mikrobiologinen laatu oli hyvä happo+fermentointi-käsittelyn ja säilyvyyskokeen jälkeen säilytyslämpötilasta riippumatta
- Käsittely ilman happoa ei stabiloinut massaa riittävästi
- Kirjoloihen suolten rasvan erotus ennen fermentointia ei vaikuttanut mikrobiologiseen laatuun
- Ruotomassojen tai villikalanäytteiden stabilointi ei onnistunut täysin kummallakaan käsittelyllä (fermentointi tai happo+fermentointi)
- Kummassakin tapauksessa happo+fermentointi-käsittelyn jälkeen havaittiin mahdollisia pilaantumista indikoivia bakteereita
- Ilman happokäsittelyä fermentoidut villikalalamassat havaittiin jo aistinvaraisen tarkastelun perusteella pilaantuneiksi fermentoinnin aikana



Rehuominaisuudet

- Käsitellyn kirjolohen suolimassan rasvapitoisuus oli korkea ja proteiinipitoisuus matala verrattuna tyypillisiin kalatuotteisiin
- Eläinruokinnassa korkea rasvapitoisuus on etu, kunhan rasvan säilyvyys saadaan taattua
- Tuote voisi sopia eläinruokintaan rasvalisäksi, joka tuo energiaa ja kalaöljyn edullisia terveysvaikutuksia
- Käsitellyissä kirjolohen ruodoissa oli proteiinia hiukan enemmän ja rasvaa puolestaan vähemmän kuin suolissa
- Mikäli mikrobiologinen laatu varmistetaan, voi soveltua eläinruokintaan rasva- ja proteiinilisäksi
- Villikalamassa vastasi ominaisuuksiltaan eniten sekä kalajauhoa että happosäilöttyä kalaa (fish silage)
- Mikäli mikrobiologinen laatu varmistetaan, voi soveltua eläinruokintaan rasva- ja proteiinilisäksi

	Vertailuarvot		Tämä tutkimus		
	Kala- jauho [1]	Fish silage [2]	Suolet	Ruodot	Villikala
Proteiini %	70,7	56	1,6	31,4	56,4
Kuitu %	0	n/a	1,4	n/a	4,4
Rasva %	10	n/a	97,8	56,3	9,3
Tuhka %	18,2	10,3	0,7	6,7	17,8
pH	n/a	n/a	4,1	4,4	4,3
Mikrobiolo- ginen laatu	n/a	n/a	Hyvä	Keskitaso	Keskitaso

1) Fish meal, protein 65%. <https://www.feedtables.com/content/fish-meal-protein-65>. Viitattu 26.11.2025.

2) Feedipedia. Fish silage. <https://www.feedipedia.org/node/203>. Viitattu 26.11.2025.

Biokaasupotentiaali

- Käsiteltyjen kalamassojen metaanintuottopotentiaali oli 496-733 ml CH₄/g VS, mikä on huomattavan korkea verrattuna esim. kasviperäisiin biomassoihin tai jätevesilietteisiin [1]
- Tulokset ovat hyvin linjassa muiden tutkimusten kanssa [2]
- Tulosten perusteella happo+fermentointi-käsiteltyt massat sopivat hyvin biokaasuprosessin syötteenä

TS = syötteen kuiva-aine prosentteina, VS = syötteen orgaanisen kuiva-aineen määrä prosentteina kuiva-aineesta, VS/TS = orgaanisen aineen osuus kuiva-aineesta, ml CH₄/gVS = metaanintuottopotentiaali

Näyte	TS %	VS %	VS/TS	ml CH ₄ /gVS
kirjolohen suolet, rasva erotettu, ei hapotettu	58,8	56,4	0,96	745 ± 11
kirjolohen suolet, rasva erotettu, hapotettu	91,3	90,4	0,99	611 ± 15
kirjolohen ruodot, ei hapotettu	39,8	32,5	0,82	827 ± 38
kirjolohen ruodot, hapotettu	44,6	39,8	0,89	733 ± 45
villikalan perkeet, ei hapotettu,	24,0	20,0	0,83	520 ± 26
villikalan perkeet, hapotettu	23,1	17,6	0,76	496 ± 27

KÄYTTÖMAHDOLLISUUDET JA NIIDEN RAJOITTEET



Käyttötapojen rajoitteet lainsäädännön kannalta

- Fermentoidun kalamassan käyttö elintarviketeollisuudessa on mahdollista vain silloin, kun lähtöaine on alun perin käsitelty ja hyväksytty elintarvikelaatuisena kalana [1]
- Jos materiaali on ilmoitettu tai käsitelty eläinperäisenä sivutuotteena, se on suljettu pois elintarvikekäytöstä pysyvästi
- Sisävesialueelta peräisin olevia luokan 3 kalasivutuotteita voidaan käyttää eläinruokinnassa [1-2]
- Sivutuotteet on ennen käyttöä hygienisoitava hyväksytyllä menetelmällä ja jalostettava Ruokaviraston hyväksymässä rehu- tai lemmikkiruokatehtaassa

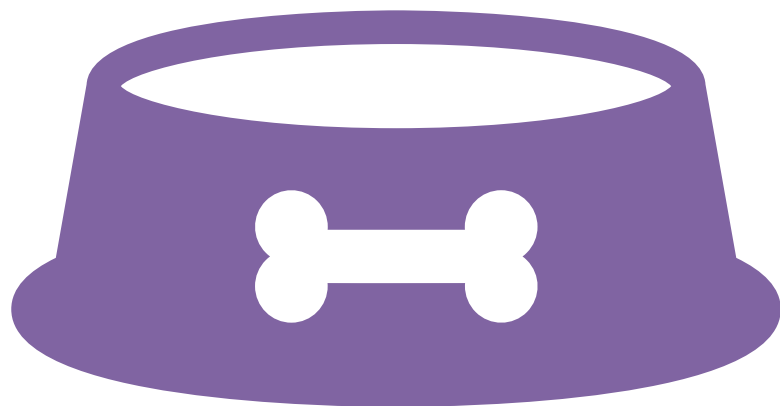
Sivutuote- luokka	Kuvaus kalasivuvirtojen näkökulmasta
Luokka 1	Korkean riskin materiaali: Kalasivuvirta kuuluu tähän luokkaan vain, jos se on kontaminoitunut esim. TSE-riskimateriaalilla, käytännössä harvoin
Luokka 2	Ei ihmisravinnoksi kelpaava kalasivuvirta, ei täytä luokan 3 ehtoja
Luokka 3	Elintarviketuotantoon hyväksytyistä kaloista peräisin olevat sivuvirrat, joita ei käytetä ihmisravinnoksi, yleisin luokka

1. Ruokavirasto. Eläimistä saatavat sivutuotteet. <https://www.ruokavirasto.fi/teemat/elaimista-saatavat-sivutuotteet/>
2. Toppe & Olsen 2024. Fish silage production by fermentation. Food and Agriculture Organization of The United Nations Rome.

Kalasivuvirtojen käyttö

Sivutuote- luokka	Rehu- tai elintarvikekäyttö	Käyttömahdollisuudet	Rehukäytön ehdot
Luokka 1	Korkein riskiluokka, ei käytettävissä rehuksi tai elintarvikkeeksi	Vain hävitys, poltto tai erityiskäsittely	x
Luokka 2	Ei sovellu rehuksi ilman erityiskäsittelyä	Hävitys, biokaasu, kompostointi (rajoitetusti), turkisrehu	Hapotuksen tai kuumennuksen kautta turkiseläinrehun valmistukseen
Luokka 3	Matala riskiluokka, yleisimmin kalateollisuuden sivuvirrat	Eläinrehut (lemmikit, turkiseläimet), kalajauho, biokaasu, lannoite	Tuoreena, pakastettuna tai hapotettuna lemmikkirehun tuotantoon

Voiko kalasivuvirtoja käyttää elintarvikkeisiin tai eläinten ruokintaan?



Sisävesialueelta peräisin olevia luokkien 2-3 kalasivutuotteita voidaan käyttää lemmikkieläinten, turkiseläinten ja tarhakoirien rehun raaka-aineena tiettyjen käsittelyiden kautta



Kalasivuvirta voi päätyä ihmisravinnoksi vain, jos se on koko ajan pysynyt elintarvikeketjun vaatimusten mukaisena eikä sitä ole missään vaiheessa luokiteltu eläimistä saatavaksi sivutuotteeksi

Ketju kalan perkeistä ruokapöytään

Alkuperä ja hyväksytty laitos

1. Kalat on oltava pyydetty tai kasvatettu hyväksytystä lähteestä.
2. Perkeet kerätään **elintarvikekäyttöön hyväksytyssä laitoksessa** (EU 853/2004 liite III, jaksot VII ja VIII).

Hygieeninen erotus ja käsittely

1. Perkeet on otettava talteen samassa prosessissa kuin muutkin syötäväksi tarkoitetut osat.
2. Työntekijöiden hygienia, puhtaat työpinnat ja ristikontaminaation estäminen ovat pakollisia.

Lämpötilavaatimukset

1. Kuten muu kalaraaka-aine, myös perkeet on pidettävä **0–2 °C lämpötilassa sulavan jään olosuhteissa**.
2. Jos ei käytetä heti, joko **jäähdytettävä nopeasti** tai **pakastettava (-18 °C tai alle)**.

Jäljitettävyys

1. Perkeiden alkuperä ja käsittelyvaiheet on voitava todentaa (elintarvikeketjun jäljitettävyysvelvoite, EU 178/2002).

Jatkojalostus

1. Perkeistä voidaan valmistaa esim. kalaliemiä, öljyä, mäti- tai maksatuotteita, proteiiniuutteita tai kollageenia.
2. Jalostuksen on tapahduttava **elintarviketuotantoon hyväksytyssä laitoksessa**, ja lopputuotteiden on täytettävä elintarviketurvallisuusvaatimukset (mikrobiologiset kriteerit, jäämät, myrkyt).



VAIHTOEHTOISTEN KÄSITTELYTAPOJEN VERTAILU



Käsittelytapojen kuvaus

- Kalasivuvirtojen hyödyntämiseen on useita realistisia prosessivaihtoehtoja, joista jokainen tuottaa erilaisia tuotteita
- Fermentointi ilman happokäsittelyä voi stabiloida massaa riittävästi esimerkiksi biokaasukäyttöön
- Happo+fermentointi -käsittely tehostaa stabilointia ja varmistaa haitallisten mikrobien hallinnan paremmin, mikä lisää jatkokäyttömahdollisuuksia
- Rasvan erotus suolista yhdistettynä happokäsittelyyn ja fermentointiin tuottaa kalaöljyä ja fermentoitua massaa, jota voidaan hyödyntää energiantuotannossa tai rehussa
- Proteiinihydrolysaatin valmistus ruodoista muuttaa sivuvirran nestemäiseksi hydrolysaattituotteeksi, jota voidaan käyttää rehun tai lannoitteiden raaka-aineena

TEKNISTALOUEDELLISEN VERTAILUN KUVAUS

- Työn tulosten ja Maconin asiantuntijoiden näkemyksen perusteella kuvattiin vaihtoehtoiset käsittelyratkaisut ja niiden teknistaloudelliset laskelmat
- Laskelmat perustuvat vakioiduille määrille ruotoja (900 t/a) ja suolia (100-150 t/a), jolloin kokonaissyöte on konseptista riippuen n. 1025–1048 t/a
- Vertailukriteerit on esitetty seuraavalla dialla



Teknistaloudellinen vertailu - Toteutus

- Työn tulosten ja Maconin asiantuntijoiden näkemyksen perusteella kuvattiin vaihtoehtoiset käsittelyratkaisut ja niiden teknistaloudelliset laskelmat
- Laskelmat perustuvat vakioituille määrille ruotoja (900 t/a) ja suolia (100-150 t/a), jolloin kokonaissyöte on konseptista riippuen n. 1025–1048 t/a
- Vertailukriteerit ja –tulokset on esitetty seuraavilla dioilla



Vertailukriteerit

Kriteeri'	Kuvaus ja arviointiperuste	Alin (1 p)	Ylin (5 p)	Painoarvo (%)
Investointitaso (CAPEX)	Tarvittava alkuinvestointi laitteisiin, rakennemuutoksiin ja asennuksiin.	>1,2 M€ (erittäin korkea investointi)	<0,3 M€ (erittäin matala investointi)	20
Käyttökustannus (OPEX)	Käyttö- ja ylläpitokulut €/t (energia, kemikaalit, työvoima).	>100 €/t (korkea kustannus)	<50 €/t (matala kustannus)	10
Tuotteen arvo ja markkina- kelpoisuus	Myyntihinta ja kysyntä eri markkinasegmenteissä (rehu, lannoite, energia)	<100 €/t tai rajoitettu kysyntä	>350 €/t tai vientikelpoinen tuote	20
Takaisinmaksuaika	CAPEX/vuosikate – investoinnin takaisinmaksuaika vuosina.	>8 vuotta (hidas takaisinmaksu)	<2 vuotta (nopea takaisinmaksu)	15
Lisätyövoiman ja työajan tarve	Kuinka paljon prosessi lisää manuaalista työtä tai valvontaa	Vaatii lisähenkilön tai jatkuvaa valvontaa	Automaattinen tai sivutoiminen prosessi	10
Tilantarve ja infrastruktuuri	Lisätilan tarve ja sopivuus tyypillisiin kylmä- tai käsittelytiloihin	>50 m ² lisätilaa tai uusi rakennus	<10 m ² lisätilaa tai olemassa oleva tila riittää	10
Paikallinen jalostusarvon nousu / arvonlisä	Käsittelyn odotettu aluetalousvaikutus ja jalostusarvon nousu	Ei merkittävää arvonlisää / jalostusta	Korkea paikallinen jalostusarvo	15



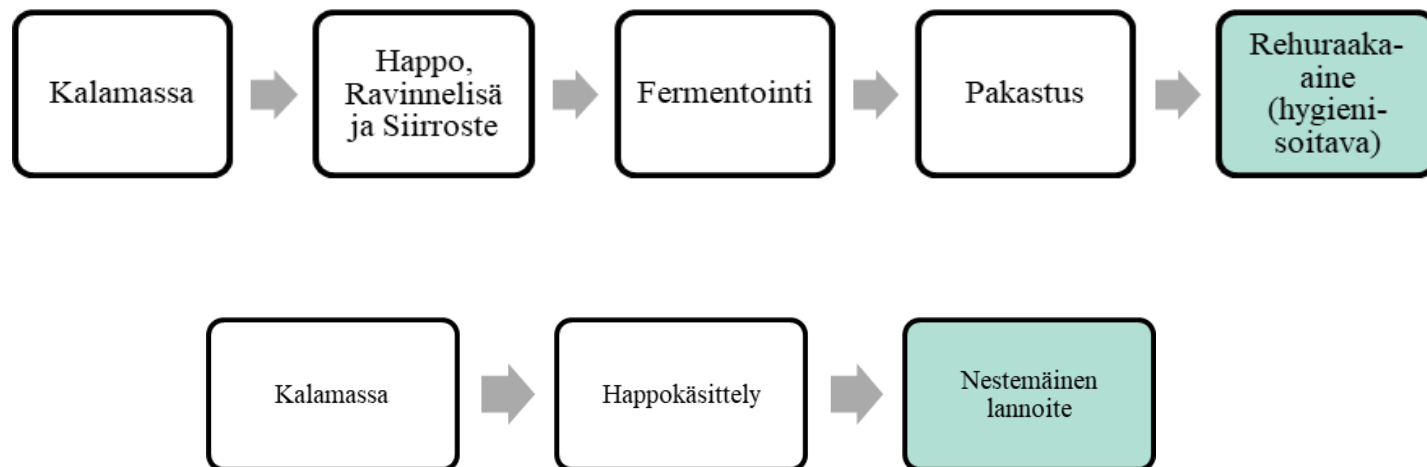
Konseptien vertailun tulos

TMA = Takaisinmaksuaika.

#	Vaihtoehto / tuote	CAPEX	OPEX	TMA	Tuotearvo/ Markkinat	Työvoima	Tilantarve	Jalostusarvo	Yhteispisteet/ Maksimi	Sijoitus
1	Biokaasubuusteri	4	4	3	2	5	5	2	0.74	5
2	Stabiloitu rehuraaka-aine, ei-hygienisoitu	3	3	2	2	4	4	3	0.63	8
3	Stabiloitu rehuraaka-aine, ei-hygienisoitu + Öljytuote	3	3	4	4	3	3	5	0.79	3
4	Rehuraaka-aine, hygienisoitu	5	4	5	3	3	4	4	0.85	1
5	Pakasteblokki, ei hygienisoitu	3	3	3	3	3	4	3	0.70	6
6	Pakasteblokki, hygienisoitu	2	2	3	5	2	2	4	0.64	7
7	Stabiloitu pakaste, ei hygienisoitu	2	2	2	3	3	3	3	0.56	10
8	Stabiloitu ja hygienisoitu pakaste	2	2	3	5	2	2	4	0.65	9
9	Happohydrolysaatti (nestemäinen lannoite)	4	4	5	4	5	5	3	0.84	2
10	Entsymaattinen hydrolysaatti (FPH)	3	3	4	5	4	4	4	0.79	3

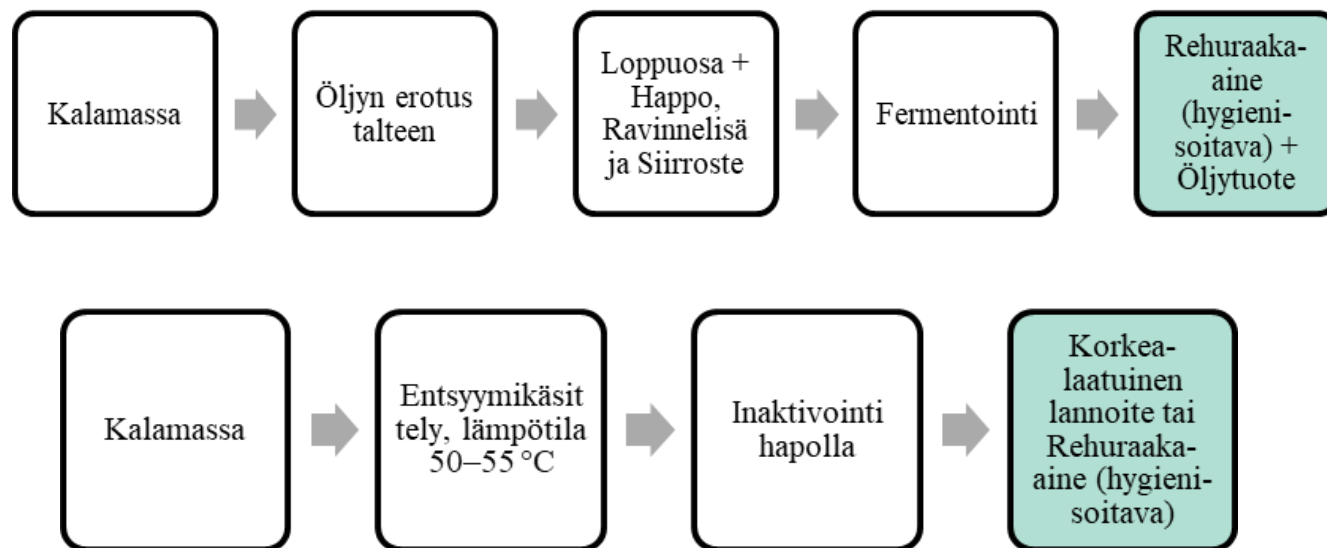
Teknistaloudellinen vertailu – Tulokset (1)

- Vertailun perusteella kiinnostavimpia konsepteja ovat hygienisoitu rehuraaka-aine (vaihtoehto 4) ja happohydrolysaatti (vaihtoehto 9)
- Kummassakin yhdistyvät kohtuullinen investointi, nopea takaisinmaksu ja realistinen markkinapotentiaali
- Hygienisoitu rehuraaka-aine on houkuttava ratkaisu erityisesti rehuteollisuuden näkökulmasta, mutta edellyttää hyväksyttyä ABP-laitosstatusta
- Happohydrolysaatti puolestaan on helppo toteuttaa pienimuotoisesti ja soveltuu hyvin lannoitekäyttöön ilman lisälupia



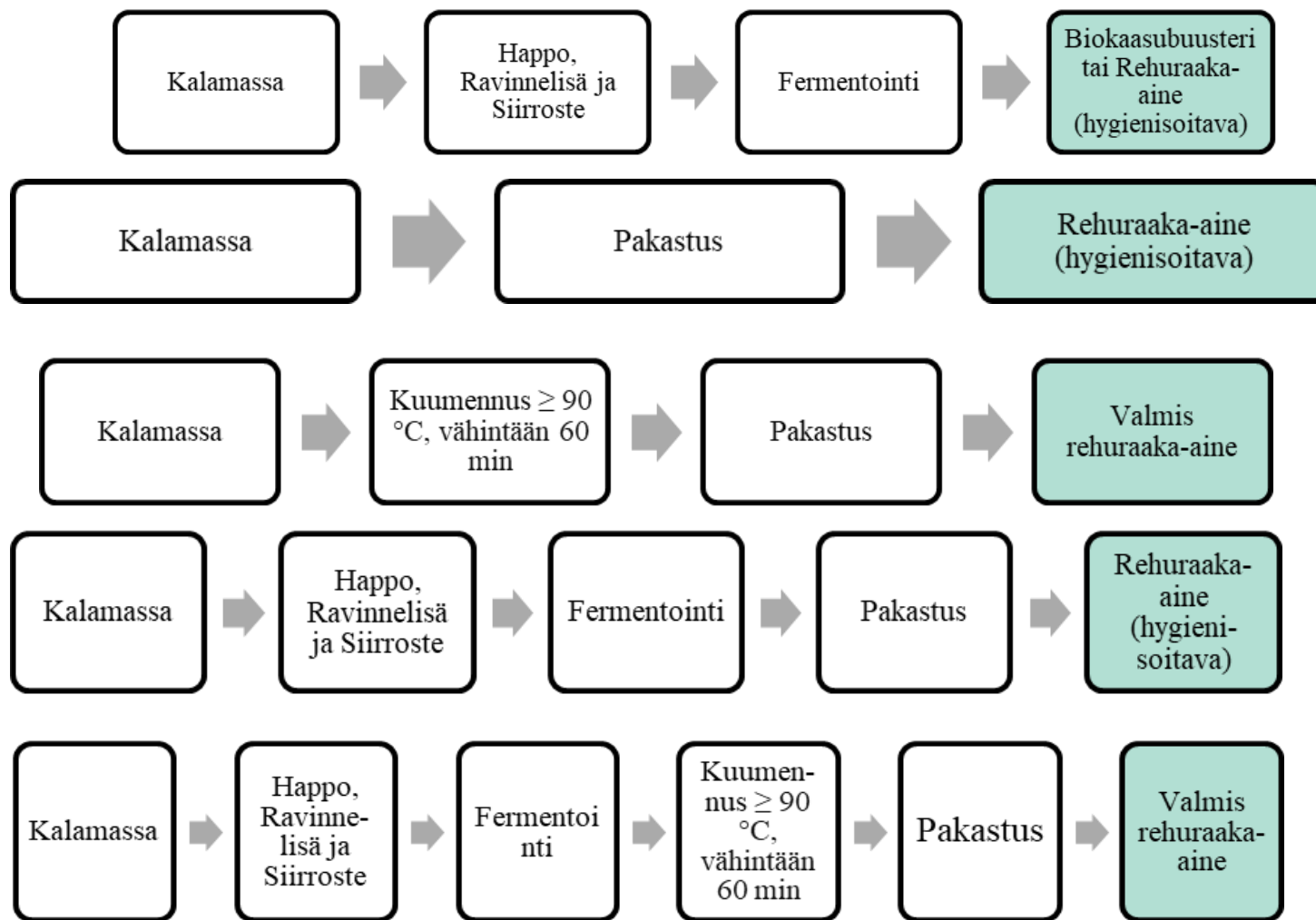
Teknistaloudellinen vertailu – Tulokset (2)

- Rasvan erotus + fermentointi (vaihtoehto 3) ja entsymaattinen hydrolysaatti (vaihtoehto 10) sijoittuvat seuraavaksi
- Kummankin vahvuutena on etenkin korkea paikallinen jalostusarvo ja mahdollisuus tuottaa korkealaatuista tuotetta
- Näiden vaihtoehtojen pitkän aikavälin potentiaali on merkittävä, vaikka käyttökustannukset ja tekninen vaativuus ovat jonkin verran korkeammat



Teknistaloudellinen vertailu – Tulokset (3)

- Biokaasubuusteri (vaihtoehto 1) ja pakasteblokki (vaihtoehto 5) ovat helppoja ja vähäriskisiä aloitusratkaisuja mutta niiden lisäarvo ja kannattavuus jäävät rajallisiksi
- Monivaiheiset ja energiantensiiviset prosessit (vaihtoehdot 6–8) näyttäytyvät teknisesti raskaampina ja taloudellisesti heikompina vaihtoehtoina.



JOHTOPÄÄTÖKSET

Vastaukset tutkimuskysymyksiin

TK1. Yksikään käsitellyistä kalasivuvirroista ei säilynyt mikrobiologisesti hyvälaatuisena pelkän maitohappofermentoinnin avulla. Kirjolohen suolet säilyivät 30 vuorokautta huoneenlämmössä ja kylmiölämpötilassa (n. + 4 astetta), kun ne oli käsitelty sekä hapolla että fermentoimalla. Ruotomassat ja villikalamassat eivät säilyneet täysin edes happokäsittelyn ja fermentoinnin jälkeen.

TK2. Fermentoidut kalasivuvirrat soveltuvat biokaasureaktorin syötteeksi. Happo- ja fermentointikäsiteltyt sivuvirrat voivat soveltua kalarasvan ja eläinrehun valmistukseen, kunhan mikrobiologinen laatu varmistetaan. Soveltuvuus eläinruokakäyttöön riippuu käyttäjien vaatimuksista.

TK3. Villikaloiden ruodot, nahat ja suomut eivät hajonneet kokonaan mikrobiologisesti, vaikka muuten kalamassat nesteytyivät koejakson aikana hyvin

TK1. Säilyvätkö villikaloiden perkeet ja sivusaaliit sekä kasvatetun kirjolohen ja siian suolet 30 vuorokautta huoneenlämmössä tai +5–6 asteessa maitohappo-melassiseoksella fermentoimalla?

TK2. Millaisiin käyttökohteisiin maitohappo-melassiseoksella fermentoidut villikaloiden perkeet ja sivusaaliit sekä kasvatetun kirjolohen ja siian suolet soveltuvat (biokaasutus, turkiseläinten rehu, lemmikin ruoka, muut käyttökohteet)?

TK3. Mikä on fermentoinnin vaikutus villikaloiden suomuihin ja ruotoihin (esim. ruotojen pehmenemiseen)?

Suosituksat jatkoselvityksiin

- Tulosten pohjalta olisi järkevää toteuttaa tarkempi markkinaselvitys, jonka kautta arvioidaan yrityslähtöisesti kalamassojen käyttökohteet ja haetaan eri kohteiden tarkemmat vaatimukset
- Markkinatarkastelun kohteeksi kannattaa ottaa ainakin lemmikkiruoka-, rehu- ja lannoitevalmistajat
- Lisäksi on syytä toteuttaa jatkotutkimukset koskien prosessiolosuhteiden optimointia ja stabiloinnin varmistamista
- Lisäkohteet kannattaa tehdä sellaisessa mittakaavassa, että siitä voidaan myös ottaa näytteitä mahdollisille hyödyntäjille tutkittavaksi
- Lisäanalyysijä kannattaa tehdä ainakin rasvojen laadun varmistamiseksi

MARKKINASELVITYSTARPEET

- Soveltuvuus lemmikkiruokavalmistajille (hapon vaikutus)
- Muiden kohteiden markkinaselvitys – hyödyntäjien tunnistaminen ja kontaktointi (lemmikkiruoka-, rehu- ja lannoitevalmistajat)
- Biokaasukäyttö paikallisesti suunnitteilla olevan laitoksen näkökulmasta

TEKNISET SELVITYSTARPEET

- Käsittelyiden optimointi (mm. hapon ja melassin annostus, fermentoinnin kesto)
- Validointi ja samalla näytteiden keruu
- Rasvojen ja ravintoarvojen tarkempi tutkimus
- Happokäsittelyn vaikutus kalamassan ominaisuuksiin



macon

macon.fi