

# Nokkosen ja kuusenkerkän laadunhallinta arvoketjussa

Tutkimustiistai 7.3.2023

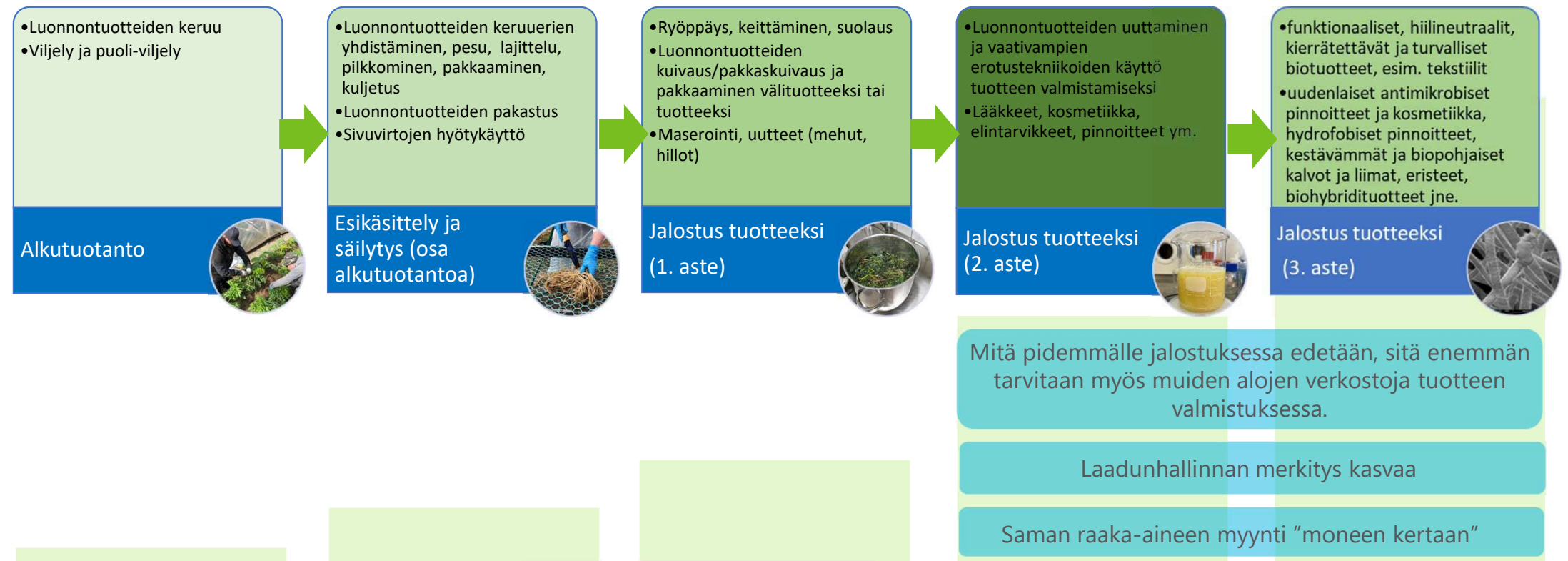
Tutkija Susan Kunnas, Luonnonvarakeskus

[susan.kunnas@luke.fi](mailto:susan.kunnas@luke.fi)



# Luonnontuotteiden arvoketju

## - tuote jalostuu raaka-aineesta tuotteeksi

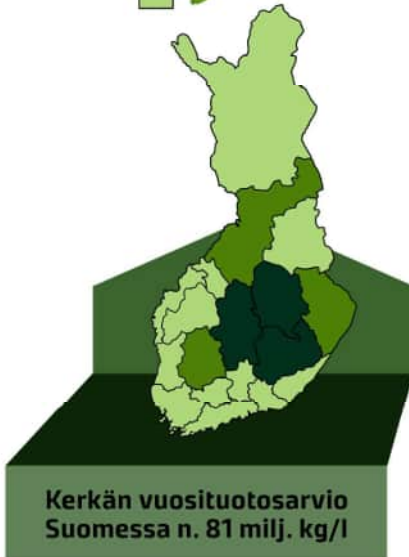


# Kuusenkerkän valtava potentiaali odottaa kerääjäänsä

Kuusenkerkkää voitaisiin kerätä Suomen metsistä vuosittain **yli 80 miljoonaa kiloa.**



Keräyspotentiaalista käytetään nykyisin **alle 1 %.**



Keruusta on mahdollista saada esim. metsänomistajille ja kerääjille lisätuloja **530 miljoonaa euroa.**



Jatkojalostus moninkertaistaisi tuotot.



Arvonlisäys edellyttää hyvää laadunhallintaa koko tuotantoketjussa keruusta säilytykseen, esikäsittelyyn ja tuotantoon. Erityisesti kylmäketjusta on huolehdittava.<sup>4</sup>



Laatujärjestelmän kehittäminen helpottaisi tuotteiden brändäystä ja vientiä.



**Peruskoostumus**

(energia, proteiini, hiilihydraatti, rasva, kosteus, tuhka, kuiva-aine, liukoinen ja ei-liukoinen kuitu)

**Vitamiinit**

(mm. K, A, C, B)

**Kivennäis- ja hivenaineet**

**Hiivat ja homeet**

**Lainsäädännön mikrobiologiset vaatimukset**

(salmonella, listeria ym.)

**Sisäinen laatu**

Vaikuttavat mm. mikrobiologiseen laatuun.

**TURVALLISUUS**

**Fenoliset yhdisteet**

(kokonaisfenolipitoisuus)

**Vitamiinit**

**Kivennäis- ja hivenaineet**

**Sisäinen laatu**

Vaikuttavat mm. antioksidatiivisiin, antiaterogeenisiin, antikarsinogeenisiin ja anti-inflammatorisiin ominaisuuksiin.

**TERVEELLISYYS**

**Haitta-aineet**

(mm. torjunta-aineet, raskasmetallit)

**Radioaktiiviset aineet**

**Ulkoinen laatu**

**TURVALLISUUS**

**Luonnolliset haitta-aineet**

(mm. nitraatti, oksalaatti/oksaalihappo, antrakinonit)

**Sisäinen laatu**

**TURVALLISUUS  
TERVEELLISYYS**

**Aistinvarainen laatu**

(mm. ulkonäkö, maku, haju)

**Ulkoinen laatu**

**TURVALLISUUS  
TERVEELLISYYS**

**Peruskoostumus**

(energia, proteiini, hiilihydraatti, rasva, kosteus, tuhka, kuiva-aine, liukoinen ja ei-liukoinen kuitu)

**Vitamiinit**

(mm. K, A, C, B)

**Kivennäis- ja hivenaineet****Hiivat ja homeet****Lainsäädännön mikrobiologiset vaatimukset**

(salmonella, listeria ym.)

**Sisäinen laatu**

Vaikuttavat mm. mikrobiologiseen laatuun.

**TURVALLISUUS****Fenoliset yhdisteet**

(kokonaisfenolipitoisuus)

**Vitamiinit****Kivennäis- ja hivenaineet****Sisäinen laatu**

Vaikuttavat mm. antioksidatiivisiin, antiaterogeenisiin, antikarsinogeenisiin ja anti-inflammatorisiin ominaisuuksiin.

**TERVEELLISYYS****Haitta-aineet**

(mm. torjunta-aineet, raskasmetallit)

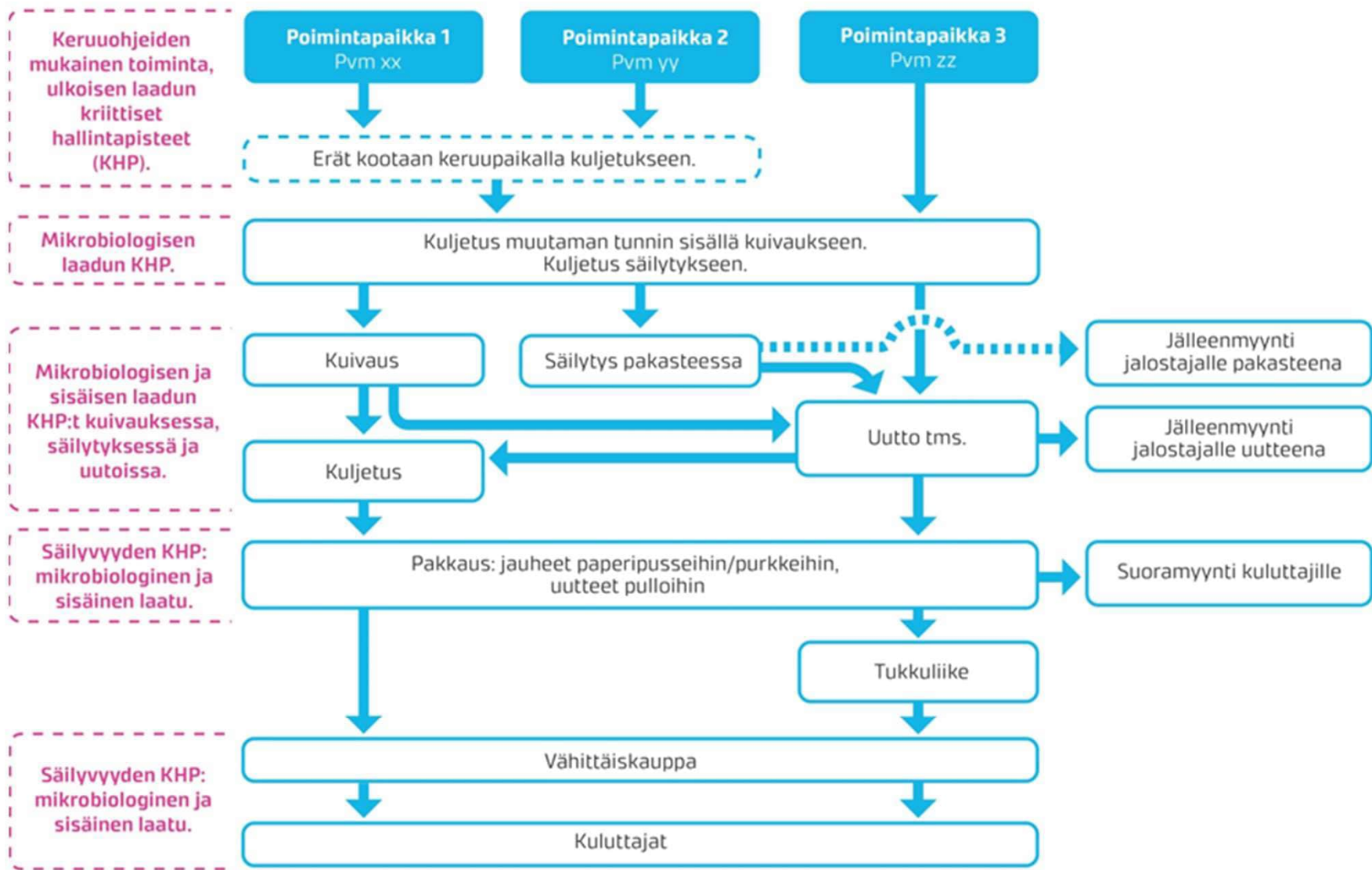
**Radioaktiiviset aineet****Ulkoisen laatu****TURVALLISUUS****Luonnolliset haitta-aineet**

(mm. nitraatti, oksalaatti/oksaalihappo, antrakiniolit)

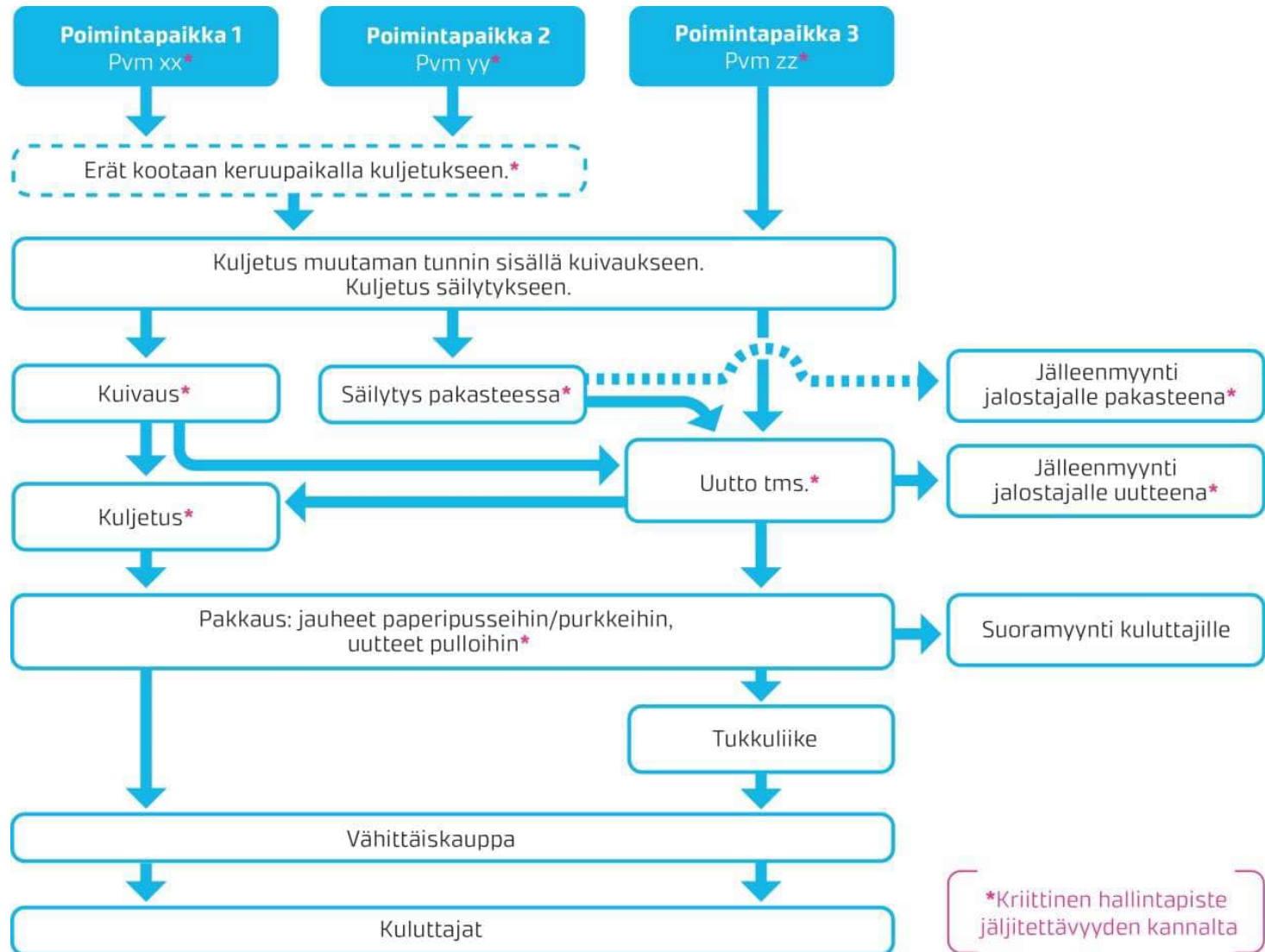
**Sisäinen laatu****TURVALLISUUS  
TERVEELLISYYS****Aistinvarainen laatu**

(mm. ulkonäkö, maku, haju)

**Ulkoisen laatu****TURVALLISUUS  
TERVEELLISYYS**



## Erän koko!



\*Kriittinen hallintapiste  
jäljitettävyyden kannalta

# Esimerkkinä kuusenkerkkä- ja nokkosjauhetuotteet: kriittisimmät laadunhallinnan pisteet

## KERUU, KULJETUS, SÄILYTYS

- TORJUNTA-AINEET, RASKASMETALLIT
- NOKKOSELLA NITRAATTI
- AISTINVARAINEN LAATU, KERUUOHJEIDEN MUKAINEN TOIMINTA JA HYGIENIA
- MIKROBIOLOGINEN LAATU, NOPEASTI PAKASTIMEEN TAI KUIVAUKSEEN

## PAKKAAMINEN, KULJETUS

- MIKROBIOLOGINEN/SISÄINEN LAATU JA SÄILYVYYS
- SÄILYMISAIKA AVATTUNA

## KUIVAUS, (JAUHATUS), KULJETUS, SÄILYTYS

- MIKROBIOLOGINEN LAATU
- VITAMIINIT, FENOLISET YHDISTEET
- RASKASMETALLIT
- KUIVAUSMENETELMÄ VAIKUTTAÄ LAATUUN
- BIOSIDIT, ESIM. KUIVURIN PUHDISTUSAINHEET

## VÄHITTÄISKAUPPA

- MIKROBIOLOGINEN/SISÄINEN LAATU JA HYLLYSÄILYVYYS, AISTINVARAINEN LAATU



# Kuivausmenetelmät

- Kuivaus parantaa luonnontuotteen säilyvyyttä sekä laskee tuotteen kuljetus- ja pakkauskuluja
- Yhdisteet, jotka ovat herkkiä lämmölle, valolle ja ilmalle, saattavat hajota (vitamiinit, antioksidantit, pigmentit)
- Kuivaus tulee aloittaa mahdollisimman nopeasti keräämisen jälkeen
- Kaikissa kuivausmenetelmissä oletetaan laadun heikentyvän

- ❖ilmakuivaus (auringossa tai pimeässä) huoneenlämmössä tai lämmitetyllä ilmalla
- ❖Pakkas/kylmäkuivaus (tyhjiökuivaus, lyofilisaatio)
- ❖Mikroaaltokuivaus, infrapunakuivaus
- ❖Sumukuivaus (nestemäinen materiaali)



### Kuusenkerkkä

Keruupaikka: **Narkaus**  
Keruu aika: **kesäkuu**

Keruerät yhdistetty,  
seulonta ja vakuumpakkaus

Näytteenotto  
2017-2019

pakastus

Kuusenkerkkän  
säilyvyyskoe  
2018 - 2020

Laatusormenjälki  
laboratorioanalyysit

Pakkaskuljetus  
kylmäkuivaukseen

Kylmäkuivaus

Kuusenkerkkäjauheen  
kuljetus Narkaukseen

Laatusormenjälki  
laboratorioanalyysit

Purkittaminen

Näytteenotto  
2017-2019

Laatusormenjälki  
laboratorioanalyysit

Näytteenotto  
2018-2019

### Nokkosen siemenet

Keruupaikka: **Luusua**  
Keruu aika: **heinä-elokuu**

### Nokkosen siemenet

Keruupaikka: **Narkaus**  
Keruu aika: **heinä-elokuu**

Kuivurikuivaus

Ilmakuivaus

Näytteenotto 2020,  
antioksidatiivisuustestit

Näytteenotto  
2019-2020

Laatusormenjälki  
laboratorioanalyysit

Pakkaaminen

Pakkaaminen

### Nokkonen

Keruupaikka: **Narkaus**  
Keruu aika: **kesä-heinäkuu**

Keruerät yhdistetty poimintapaikalla

Näytteenotto  
2018-2019

Laatusormenjälki  
laboratorioanalyysit

Kuivurikuivaus

Pakastus

Kuivauskokeet (2020)

Uuttokokeet (2018-2019)

Jauhatus

Uutto

Pakkaaminen

Tuotteen valmistus  
ja pakkaaminen

# Tärkeimmät analyysipaketit raaka-aineille

- 1) **Mikrobiologiset määritykset (*E. coli*, salmonella, *Clostridium perfringens*, *Listeria monocytogenes*, *Bacillus Cereus* sekä hiivat ja homeet)**
- 2) Veden aktiivisuusmääritys (aW-luku) on hyvä tehdä raaka-aineesta ja tuotteesta. Se kertoo mikrobeille käyttökelpoisen vapaan veden määrän näytteessä. (Kun aW-luku on alle 0.80, mikrobit eivät pääse lisääntymään helposti.)
- 3) Torjunta-ainemääritys, jossa analysoidaan monta sataa torjunta-ainetta (esimerkiksi organoklooriyhdisteet, pyrethroidit, organotyyppiyhdisteet, organofosforiyhdisteet ja NCI- (National Cancer Institute) karsinogeeniset yhdisteet) ja niiden jäämät.
- 4) Raskasmetallit (esim. lyijy (Pb), kadmium (Cd), arseeni (As), nikkeli (Ni) ja elohopea (Hg)). Ravintoketjussa haitallisimpana raskasmetallina pidetään kadmiumia sen toksisuuden ja suhteellisen helpon liikkuvuuden vuoksi. Raskasmetallipitoisuuteen kasveissa vaikuttavat raskasmetallien kokonaispitoisuus maaperässä, raskasmetallien liukoisuus maassa, pH, maalaji ja ilmastolliset olosuhteet kasvukaudella kuten sademäärä, laskeumat, kasvilaji ja lajike.

# Raskasmetallit, torjunta-aineet ja mikrobiologinen laatu

- Raskasmetalleja (As, Hg, Pb, Cd) ei havaittu 2018 – 2019
- Torjunta-aineita (yli 300 yhdistettä) tai niiden jäämiä ei havaittu yli rajoitusten 2018-2019, mutta kiinnitettävä huomiota hyönteismyrkky- (N,N-Dietyyli-meta-toluamidi (DEET)) ja pesuainejäämiin (esim. Didekyylidimetyyliammoniumkloridi (DDAC) kuivureiden pesun yhteydessä).
- Mikrobiologinen laatu erittäin hyvällä tasolla 2018-2019:

			Tuore nokkonen	Nokkosjauhe
veden aktiivisuus (aW-luku)			0,98	0,34
Clostridium perfringens, pmy/g - RZ	pmy/g		<10	<10
E.coli (10-1 500 pmy/g) - FL	10-1500 pmy/g		<10	<10
Salmonella toteaminen /25 g BACGene - FL	per 25 g		not found	ei todettu
Listeria monocytogenes osoittaminen /25 g RLM - FL	per 25 g		not found	ei todettu
Alustava Bacillus Cereus (100-10 000 pmy/g) - FL	100 10000 pmy/g		<100	<100

# Makroravinteet

- Makroravinnepitoisuudet eivät merkittävästi muutu kuivausprosessien välillä, ei tilastollisesti merkittävää eroa



Taulukko. Makroravinteet (tulos  $\pm$  keskihajonta) kuivapainoa kohden laskettuna

Kasvi	Energia kJ / 100 g	Proteiini g / 100 g	Hiilihydraatti g / 100 g	Rasva g / 100 g
kuusenkerkkä (tuore)	1 792 $\pm$ 42	13 $\pm$ 2	80 $\pm$ 4	5,8 $\pm$ 0,6
kuusenkerkkä jauhe	1 730 $\pm$ 4	15,0 $\pm$ 0,5	80,0 $\pm$ 0,1	4,0 $\pm$ 0,3
nokkonen (tuore)	1 556 $\pm$ 12	32 $\pm$ 3	46 $\pm$ 2	6 $\pm$ 1
nokkosjauhe	1 527 $\pm$ 7	27 $\pm$ 3	56 $\pm$ 2	2 $\pm$ 1
nokkosen siemen (ilmakuivattu)	1 716 $\pm$ 7	17,0 $\pm$ 2,6	54 $\pm$ 2	14,0 $\pm$ 1,2

## Kuivattujen siementen rasvahappokoostumus:

Tyydyttyneet rasvahapot yhteensä 4,0 ( $\pm$  0,6) % FA  
 Kertatyydyttymättömät rasvahapot yhteensä 13,0 ( $\pm$  2,1) % FA  
 Monityyydyttymättömät rasvahapot yhteensä 82,4 ( $\pm$  13,2) % FA  
 Omega-3 rasvahapot yhteensä 0,5 ( $\pm$  0,1) % FA  
 Omega-6 rasvahapot yhteensä 81,9 ( $\pm$  13,1) % FA  
 Omega-6/Omega-3 rasvahappojen suhde 164,38  
 Omega-9 rasvahapot 2,0 g / 100 g

# Vitamiinit sekä kivennäis- ja hivenaineet

- Vitamiinien ja kivennäisaineiden päivittäisen saannin vertailuarvot löytyvät Euroopan parlamentin ja neuvoston elintarviketietoasetuksen 1169/2011 liitteestä XIII
- Kivennäis- ja hivenainetaulukot löytyvät Arctic FingerPrint-hankkeen loppuraportista

Taulukko. Vitamiinipitoisuudet (tulos ± keskihajonta) kuivapainoa kohden laskettuna.

Kasvi	C-vitamiini mg / 100 g		Beta-karoteeni (cis+trans) µg/100 g		K1-vitamiini µg/100 g	
kuusenkerkkä (tuore)	320 ± 32	++	3 737 ± 1990	+	83 ± 56	++
kuusenkerkkäjauhe	371 ± 22	++	2 565 ± 566	++	274 ± 68	++
nokkonen (tuore)	98 ± 10	+	22 073 ± 11 372	++	210 ± 128	++
nokkosjauhe	< DL		6 335 ± 5 455	++	245 ± 5	++
nokkosen siemen (ilmakuivattu)	< DL		3 998 ± 1 120	++	283 ± 57	++

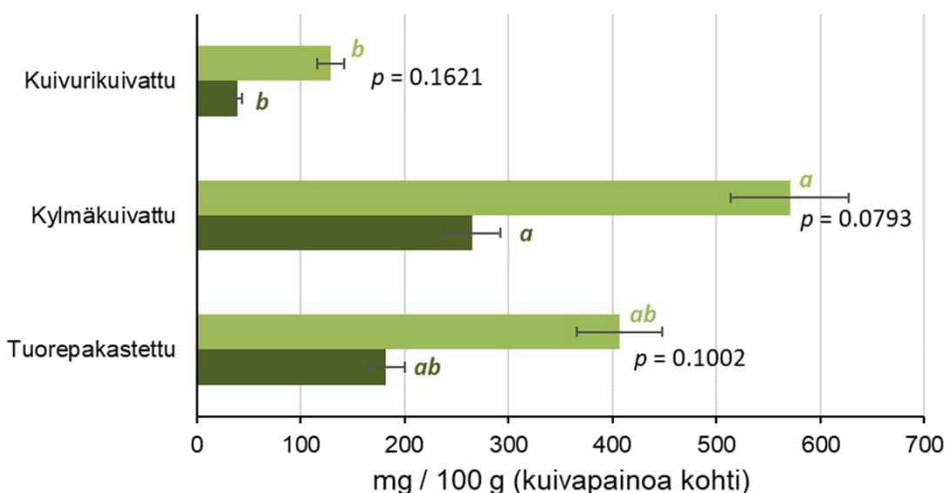
(++ = sisältää runsaasti (30 %) 100 g:aa kohden päivittäisen saannin vertailuarvosta, + = on ravintoaineen lähde (15 %) 100 g:aa kohden päivittäisen saannin vertailuarvosta, < DL = tulos alle määrittämissä rajan)

# Kuusenkerkän laadun säilyvyys kuivausprosesseissa

**Pakkaskuivaus säilyttää laadun parhaiten!**

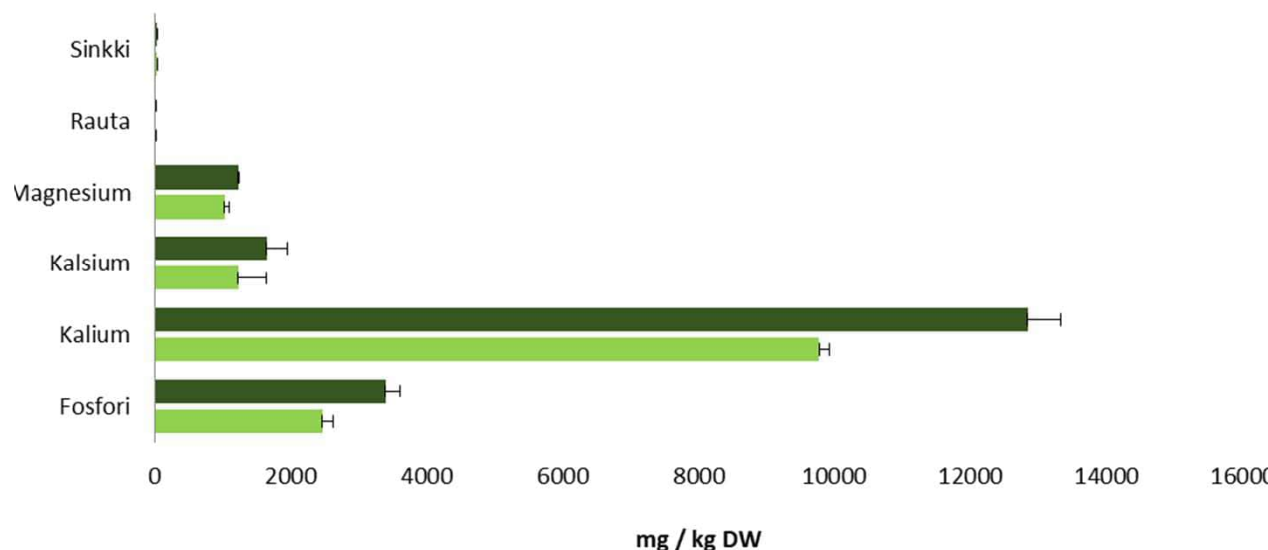
(d) C-vitamiini

■ Kerkät ■ Neulaset



Mineraalit

■ pakkaskuivattu kuusenkerkkä jauhe ■ kuusenkerkkä

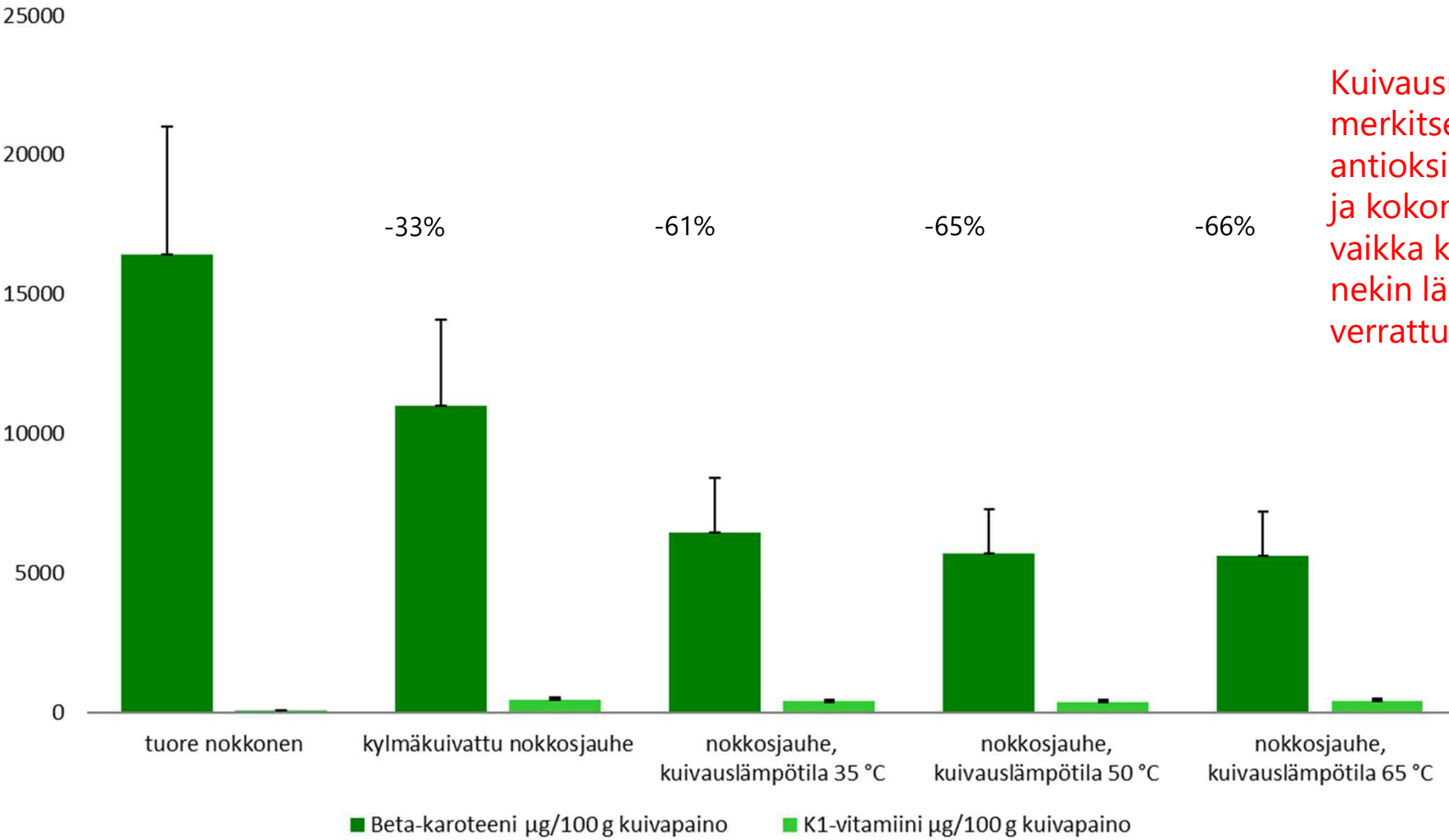


Jyske, T., Järvenpää, E., Kunnas, S., Sarjala, T., Raitanen, J.-E., Mäki, M., Pastell H., Korpinen, R., Kaseva, J., Tupasela, T. 2020. Sprouts and Needles of Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) as Nordic Specialty—Consumer Acceptance, Stability of Nutrients, and Bioactivities during Storage. *Molecules*, 25, 4187; doi:10.3390/molecules25184187

**Myös kuusenkerkän antioksidatiivisuuskapasiteetti ja mikrobiologinen laatu säilyvät pakkaskuivauksessa.**

# Kuivauskäsittelyjen vaikutukset nokkosen vitamiinipitoisuuksiin

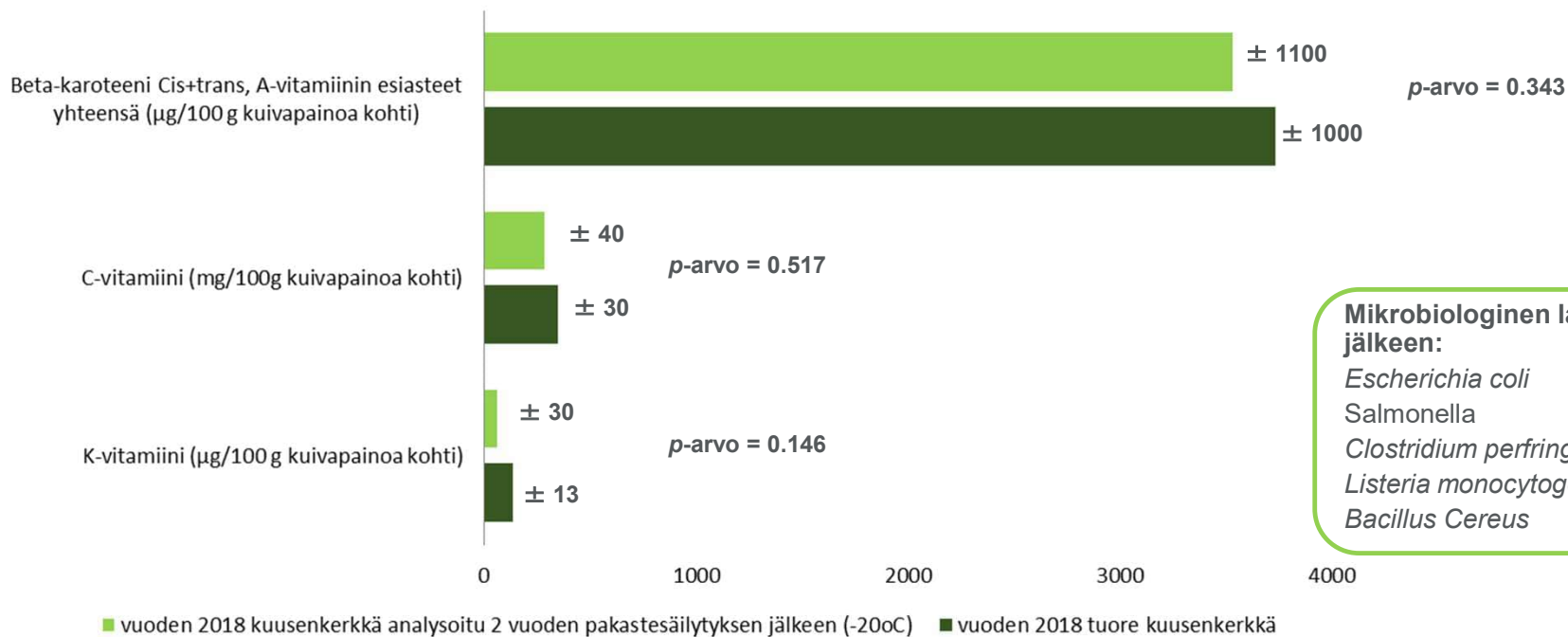
Kuivausmenetelmällä ei ole merkitsevää eroa nokkosen antioksidatiivisuuskapasiteettiin ja kokonaisfenolipitoisuuksiin, vaikka kylmäkuivaus säilyttää nekin lämpökuivausmenetelmiin verrattuna paremmin.





# Kuusenkerkän laadun säilyvyys pakastimessa (-20°C)

## Kuusenkerkän vitamiinien säilyvyys kahden vuoden pakastesäilytyksen jälkeen



**Mikrobiologinen laatu kahden vuoden pakastesäilytyksen jälkeen:**

<i>Escherichia coli</i>	< 10 pmy/g (suositus < 100 pmy/g)
Salmonella	Ei todettu
<i>Clostridium perfringens</i>	<100 pmy/g (suositus < 100 pmy/g)
<i>Listeria monocytogenes</i>	Ei todettu
<i>Bacillus Cereus</i>	<100 pmy/g (suositus < 100 pmy/g)

Jyske, T., Järvenpää, E., Kunnas, S., Sarjala, T., Raitanen, J.-E., Mäki, M., Pastell H., Korpinen, R., Kaseva, J., Tupasela, T. 2020. Sprouts and Needles of Norway Spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) as Nordic Specialty—Consumer Acceptance, Stability of Nutrients, and Bioactivities during Storage. *Molecules*, 25, 4187; doi:10.3390/molecules25184187

# Kuluttajamielitymykset: kerkkäjädet tutkitusti maistuivat



# Esimerkkinä nokkosuute: kriittisimmät laadunhallinnan pisteet

## KERUU, KULJETUS, SÄILYTYS

- TORJUNTA-AINEET, RASKASMETALLIT
- NOKKOSELLA NITRAATTI
- AISTINVARAINEN LAATU, KERUUOHJEIDEN MUKAINEN TOIMINTA JA HYGIENIA
- MIKROBIOLOGINEN LAATU, NOPEASTI PAKASTIMEEN TAI KUIVAUKSEEN

## EROTUSMENETELMÄT ESIM. UUTTO\* (UUTTEEN KUIVAUS)

- VITAMIINIT, FENOLISET YHDISTEET
- MIKROBIOLOGINEN LAATU (ETENKIN JOS VESILIUOTIN)
- UUTTOMENETELMÄ (LIUOTTIMET, LÄMPÖTILAT, AIKA JNE.) VAIKUTTA LAATUUN

## JATKOJALOSTAJA/ VÄHITTÄISKAUPPA

- MIKROBIOLOGINEN/SISÄINEN LAATU JA HYLLYSÄILYVYYS, AISTINVARAINEN LAATU
- VITAMIINIT, FENOLISET YHDISTEET

## KUIVAUS, JAUHATUS, KULJETUS, SÄILYTYS

- MIKROBIOLOGINEN LAATU
- VITAMIINIT, FENOLISET YHDISTEET
- RASKASMETALLIT
- KUIVAUSMENETELMÄ VAIKUTTA LAATUUN
- BIOSIDIT, ESIM. KUIVURIN PUHDISTUSAINEEET

## PAKKAAMINEN, KULJETUS

- MIKROBIOLOGINEN/SISÄINEN LAATU JA SÄILYVYYS
- SÄILYMISAIKA AVATTUNA

\*Uuttaminen= yhdisteiden tai yhdisteryhmien erotusmenetelmä liuoksista, kiinteistä seoksista tai kaasuista liuottimen avulla. Yhdisteet liukenevat parhaiten sellaisiin liuottimiin, jotka ovat niiden kanssa kemialliselta luonteeltaan samanlaisia.

## **EROTUSMENETELMÄT:**

Tislaus

Alipainetislaus

**Uutto**

Suodattaminen

Imusuodatus

Kuivaus

Pyöröhaihdutus

### **ESIMERKKEJÄ UUTTOMENETELMISTÄ:**

(Jatkuva uutto, aktiivinen uutto)

Kiinteä-neste, neste-neste jne.

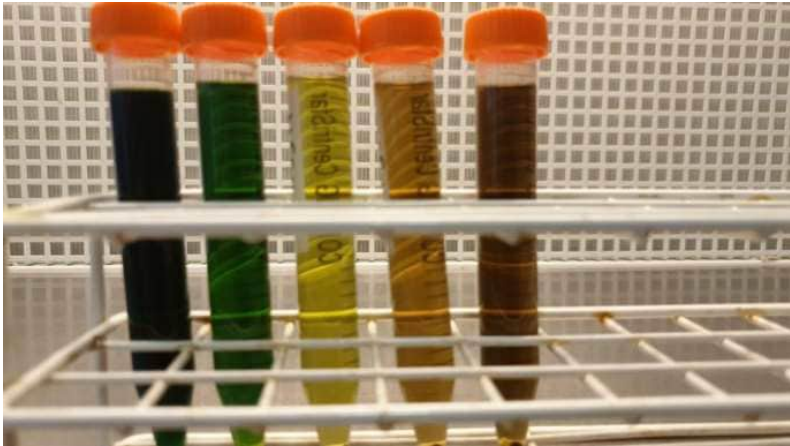
Paineistettu kuumavesiuutto

Ylikriittinen hiilidioksidi

Soxhlet

Perkolaatio, haudutus, maserointi ym.

# Raaka-aineen laatu uuttoprosessissa



## Mitkä ovat laatuvoitteet tuotteen suhteen?

- aromiaineiden säilyvyys (maku, haju)?
- värin säilyminen?
- saada esim. vitamiini- ja/tai polyfenolipitoisuudet säilytettyä korkealla tasolla?
- antibakteerisuuden- tai antioksidatiivisuuden säilyttäminen?
- mikrobiologisen laadun huomioiminen

## Miten saadaan halutut yhdisteryhmät säilymään käsittelyn aikana?

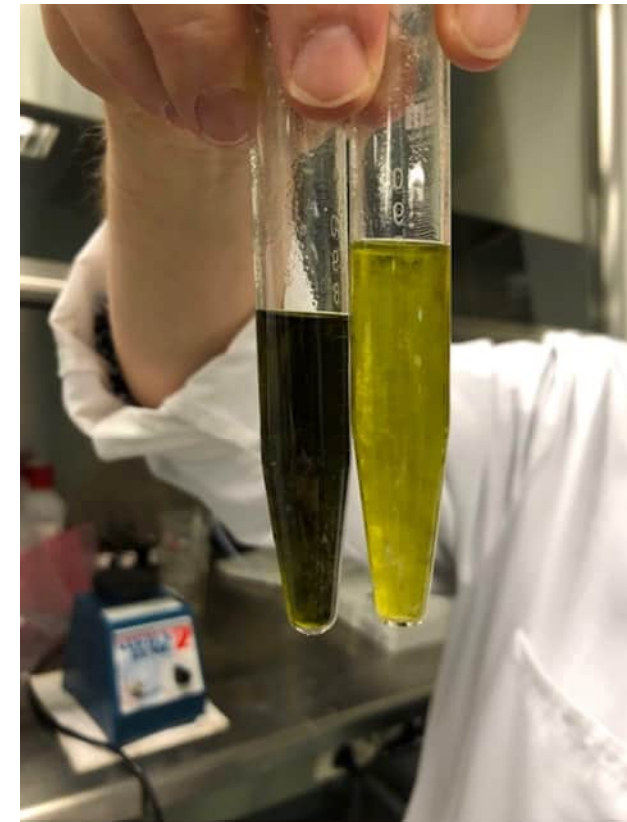
- kuivaus (kuivausmenetelmän valinta, esim. pakkaskuivaus)
- Tuorepakasteen käsittely (pilkkominen mahdollisimman pieniksi partikkeleiksi)
- Uuttomenetelmän testaus ja stabiilit olosuhteet/tilat (lämpötila, kosteus jne.)

# Uuttoliuottimen valinta

Yleisimpiä liuottimet elintarvike- ja luonnontuotealalla ovat vesi, glyseroli ja etanoli.

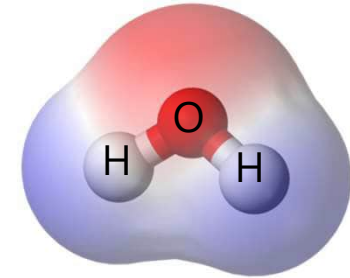
Muiden orgaanisten liuottimien, kuten heksaanin tai asetonin, käyttö asettaa ylimääräisiä vaatimuksia tuotantotiloille, uuttolaitteistoille ja työturvallisuudelle. Lisäksi nämä liuottimet on haihdutettava pois tuotteesta ennen sen käyttämistä.

Kasviöljyjäkin voidaan käyttää tietyn tyyppisten yhdisteiden uuttamiseen. Koska se on lähes pooliton liuotin, se soveltuu esimerkiksi karotenoidien, terpeenien ja fytosterolien uuttamiseen. Öljyn (ja myös glyserolin) huonona puolena on se, ettei siihen uuttuneita yhdisteitä voida enää erikseen väkevöidä (konsentroida)



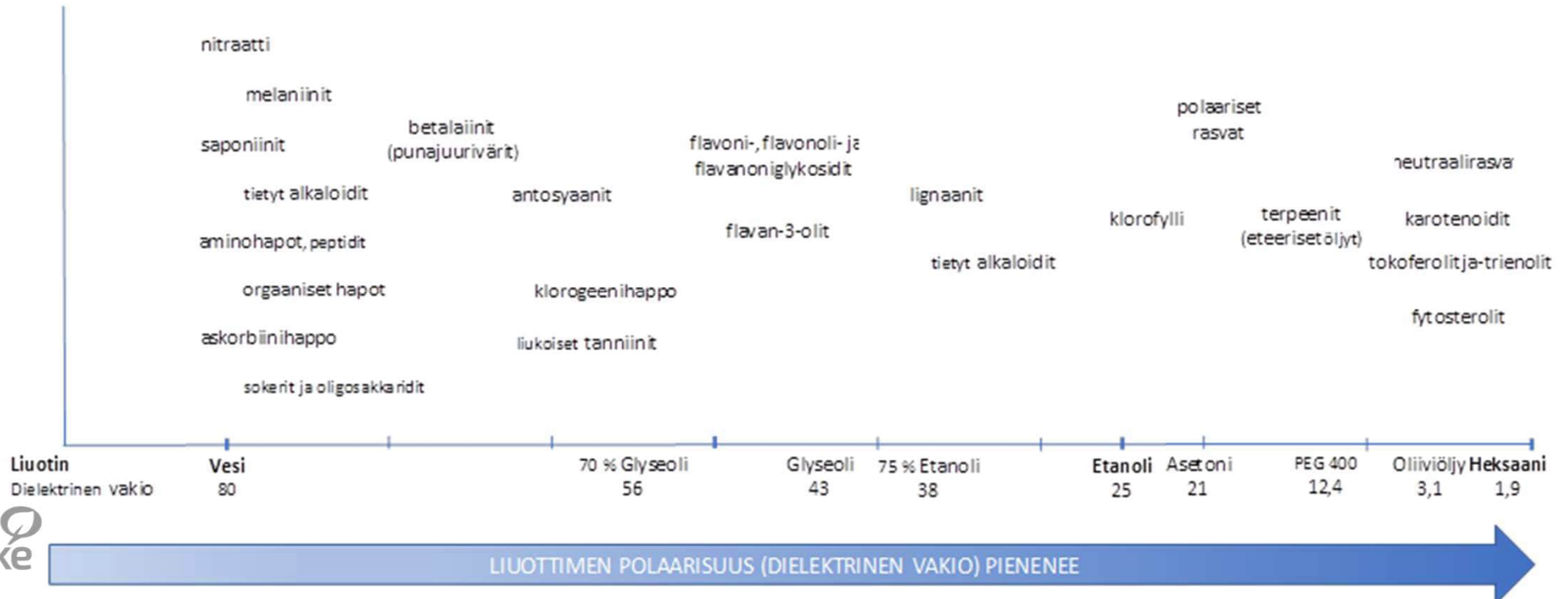
Poolisuus = elektronitiheyden jakautuminen molekyyllissä epätasaisesti

(Elektronegatiiviset alkuaineet (esim. F, Cl, Br, I, O ja N) tuovat molekyyliin polaarista luonnetta.)



<https://fi.wikipedia.org/wiki/Poolisuus>

Kasveissa esiintyviä yhdisteryhmiä ja niiden arvioituja polaarisuuksia suhteessa yleisiin elintarvikkealalla käytettyihin liuottimiin:



## Uuton tehostaminen voidaan tehdä esimerkiksi:



- pienentämällä uutettavan materiaalin partikkelikoko
- lisäämällä sekoitusta
- nostamalla lämpötilaa
- nostamalla painetta
- säätämällä pH:ta
- pidentämällä uuttoaikaa
- käyttämällä ultraäänitehostusta

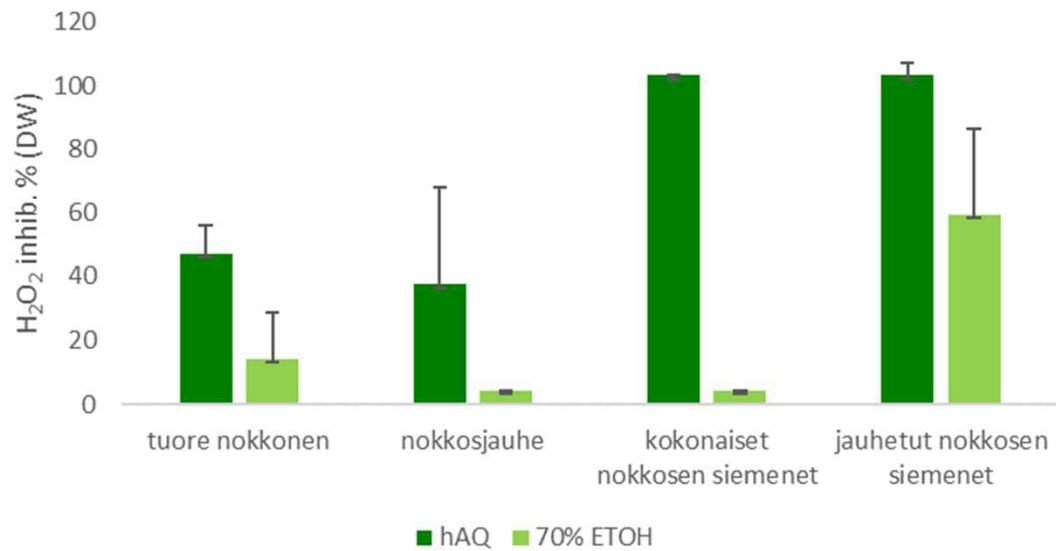
→ Liian pitkä uuttoaika tai korkea lämpötila voivat kuitenkin johtaa joidenkin yhdisteiden, kuten vitamiinien ja antioksidanttien, hapettumiseen ja hajoamiseen

→ Pelkällä vedellä tehtävissä uutoissa pitää myös huomioida mahdollinen mikrobiologisen laadun heikkeneminen, etenkin jos käytetään alhaisia lämpötiloja

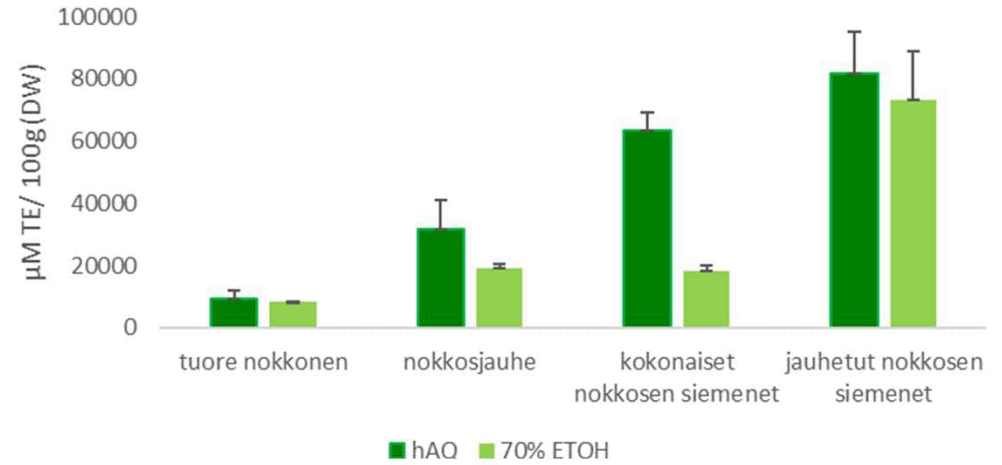


# Liuottimen ja esikäsittelyn vaikutus antioksidatiivisuuteen

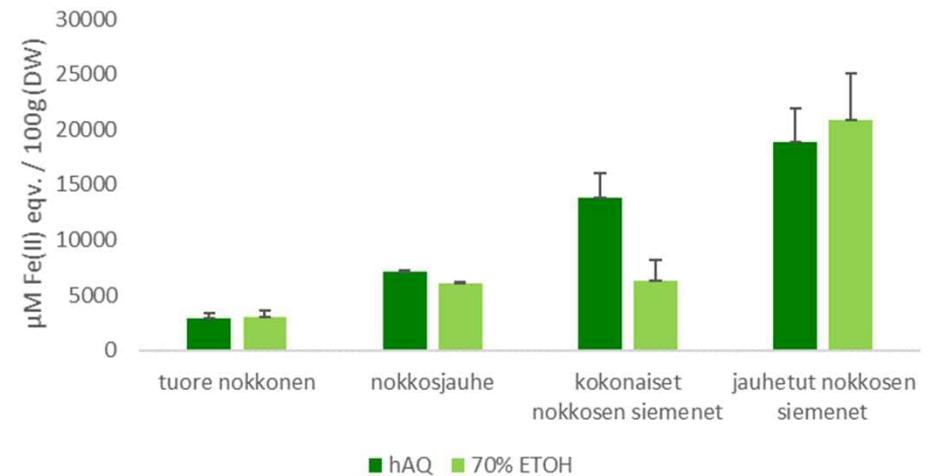
SCAV



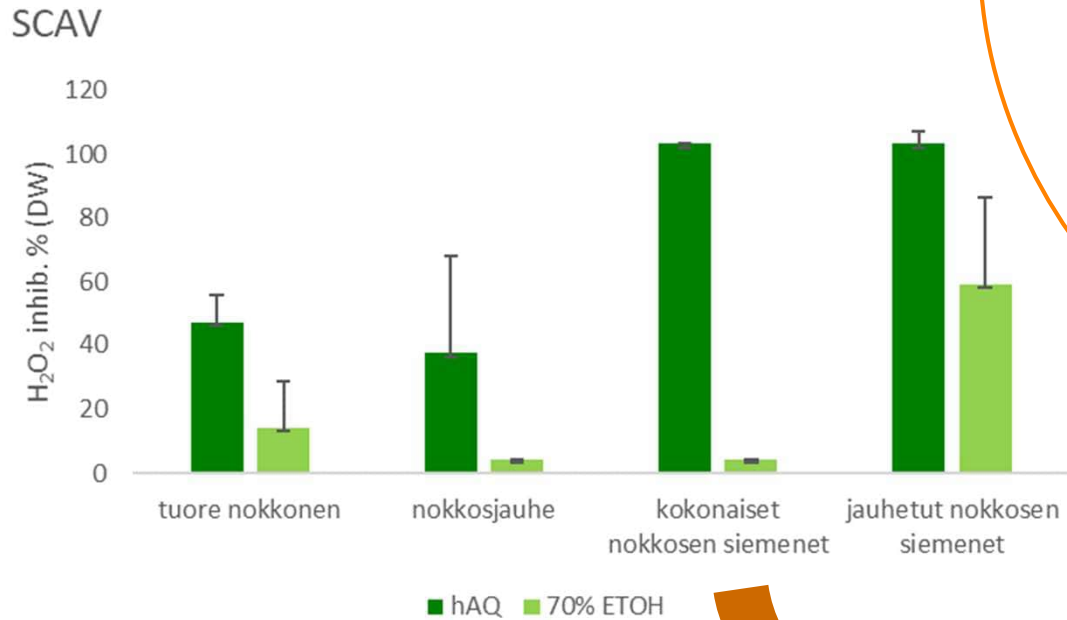
ORAC



FRAP



# Esikäsitellyn vaikutus antioksidatiivisuuteen



SCAV (hAQ)

120

H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> inhib. % (DW)

100

80

60

40

20

0

*p*-arvo = 0.137

kuivurikuivatut nokkosen siemenet

ilmakuivatut nokkosen siemenet

# Yhteenvetona

- Laadunhallinta on raaka-ainekohtaista
- Laadunhallinta on ennaltaehkäisevää toimintaa ja vaatii riskiperusteista ajattelua
- Esikäsittely-, kuivaus- ja uuttoprosessit lähtökohtaisesti heikentävät laatua, mutta valitsemalla kullekin raaka-aineelle soveltuvat menetelmät tuotteen tavoitteiden mukaisesti, tasalaatuisuutta voidaan hallita läpi prosessien



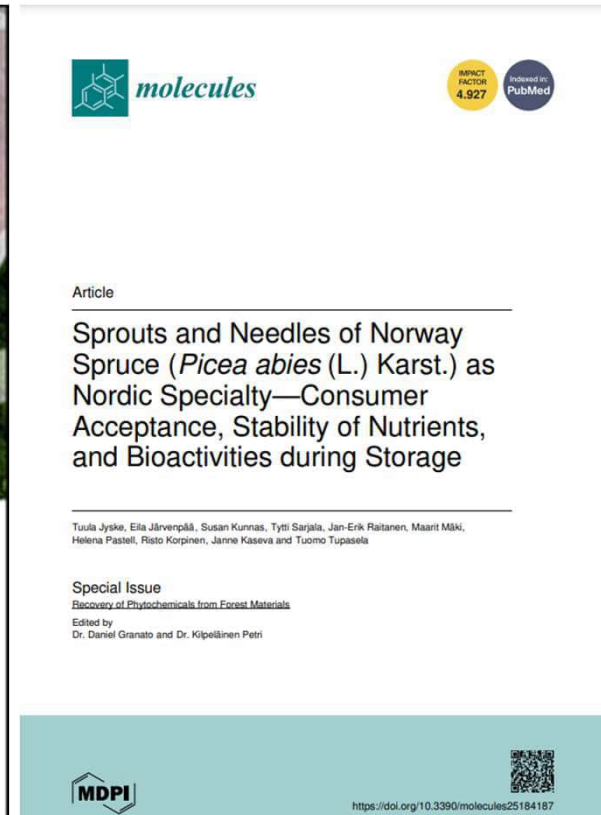
# Viitteet ja lisätietoa



<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-111-0>



<http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-380-306-0>



<https://www.mdpi.com/1420-3049/25/18/4187>

# KIITOS!

## You can find us online

➤ [luke.fi](https://luke.fi)

Subscribe to our newsletter to stay informed!  
[luke.fi/newsletter](https://luke.fi/newsletter)



Natural Resources Institute Finland (Luke)  
Latokartanonkaari 9, FI-00790 Helsinki

