



Biovärjäyksen tulevaisuus

Riikka Räisänen

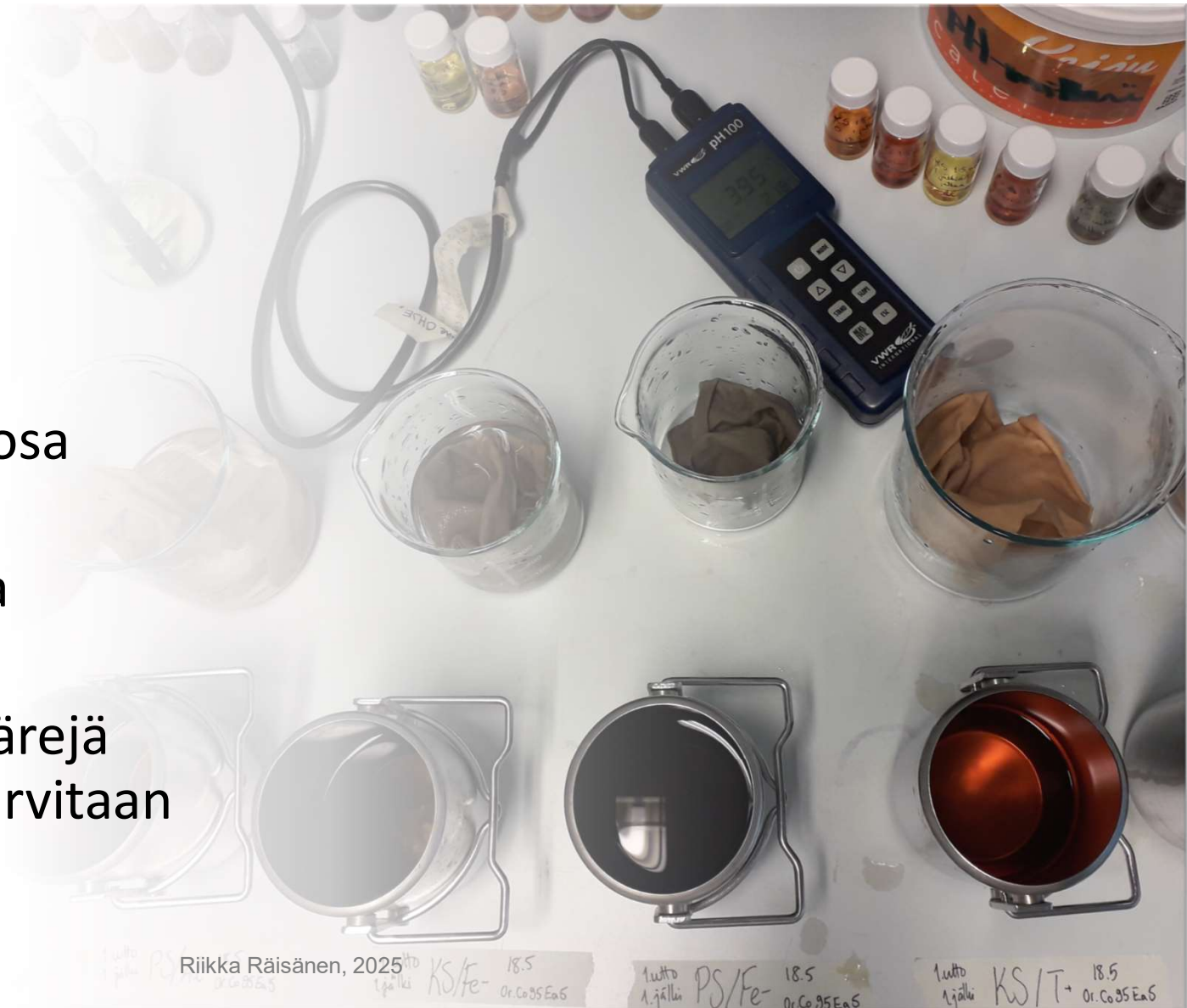
Professori,
BioColour ja Colour4CRAFTS -
tutkimushankkeiden johtaja,
Helsingin yliopisto

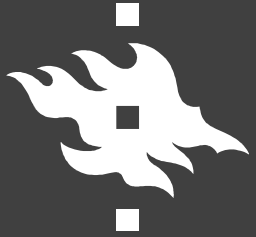
1.10.2025



Näkökulmat

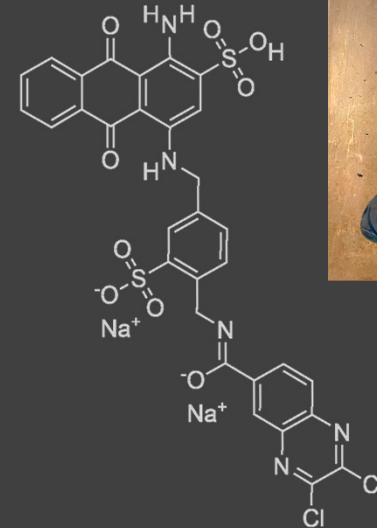
- Väri - materiaalinen osa tuotetta
- Luonnonväriaineet ja teollinen mittakaava
- Kohti bio-pohjaisia värejä tekstiileissä – mitä tarvitaan





HAASTEET – VÄRIAINHEET JA TEKSTIILIT

- Väriaineiden (dyes & pigments) tarve ja tuotanto kasvaa (Market Research Report 2024)
 - Kasvava kiinnostus ja tarve biopohjaisiin ja ekologisesti kestäviin väriaineisiin vauhdittaa väriaineiden tuotannon kasvua
Source: <https://www.marketresearchfuture.com/reports/dyes-pigments-market-10294>
- Synteettiset väriaineet pohjautuvat öljyteollisuuden tuottamiin raaka-aineisiin
- Osa synteettisistä väriaineista tai niiden hajoamistuotteista todettu terveydelle ja luonnolle haitallisiksi yhdisteiksi
- Tekstiilien kulutus nopeaa, laajamittaista ja jätettä muodostuu paljon
- Väriaineet ja värjääminen oleellinen osa tekstiiliä
- Väriaineita jää värjäyksen jälkeen jäteliemiin ja päätyy luontoon

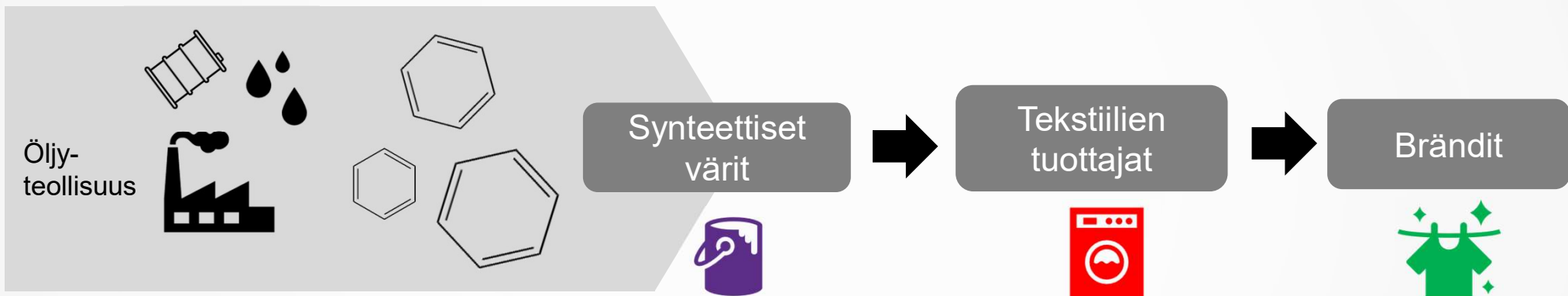


(Kuvat: Riikka Räisänen)

C.I. Levafix Brilliant Blue EB

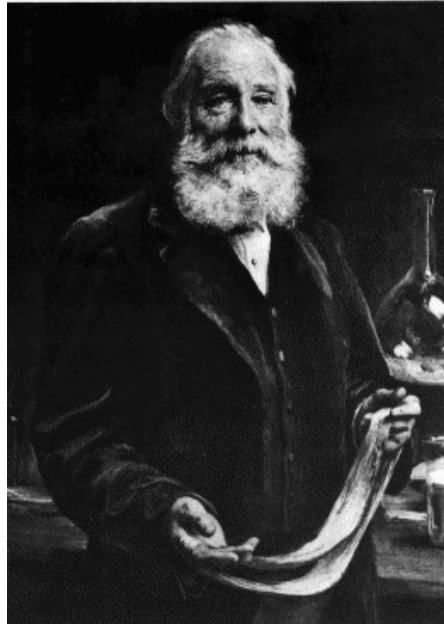


SYNTEETTISET VÄRIT JA VÄRJÄÄMINEN



- Yksinkertaiset aromaattiset yhdisteet, esim. bentseeni
- Tarvitaan katalyyttejä: Zn, Cr
- liuottimet: vesi, hapot, emäkset
- Värinkestojen testaaminen & värjäytyvyys! – Toksisuus – väriaineet & väriaineiden hajoamistuotteet?

- 1856 William Henry Perkin keksi Mauveine-väriaineen, joka oli ensimmäinen synteettinen tekstiiliväri
 - Yritti syntetisoida kivihiilitervasta kiniiniä lääkkeeksi malariaan
- Hyvin nopeasti synt. väriaineet korvasivat luonnonväriaineet
 - Mauveinista tuli välittömästi muotiväri, kuningatar Victoria
- Ensimmäisillä synteettisillä väriaineilla oli huonot värinkestot
 - Nykykriteereillä, vaikka Perkin totesi värin valonkeston olevan riittävä
- Orgaanisen kemian alkutaival oli hyvin pitkälle väriainekemiaa
 - väriaineiden perusrakenteet oli keksitty 1800-l loppuun mennessä



(© Royal Society of Chemistry)



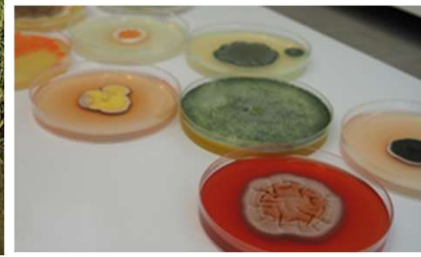
(1860's Jessie Benton Fremont, American, MFA Boston)



Värjäys: Janita Perttula. Kuva: Riikka Räisänen

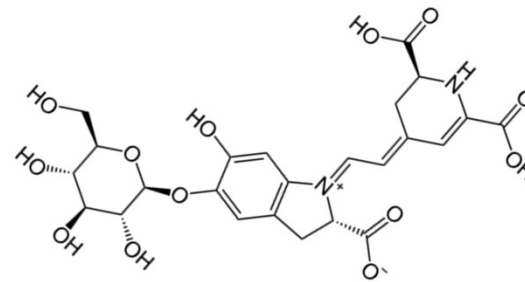


Luonnonväriaine
- bioväriaine



Sekundaariaineenvaihdunnan tuotteet, väriaineet

- syntetisoidaan solun sytoplasmassa (solulima, soluneste)
- voidaan varastoida samaan soluun, viereiseen soluun tai kuljettaa varastoitavaksi kokonaan eri puolelle kasvia (esim. betaniini punajuuren juurissa)
- OH-ryhmät tärkeitä, lisäävät vesiliukoisuutta



Betaniini (E162)

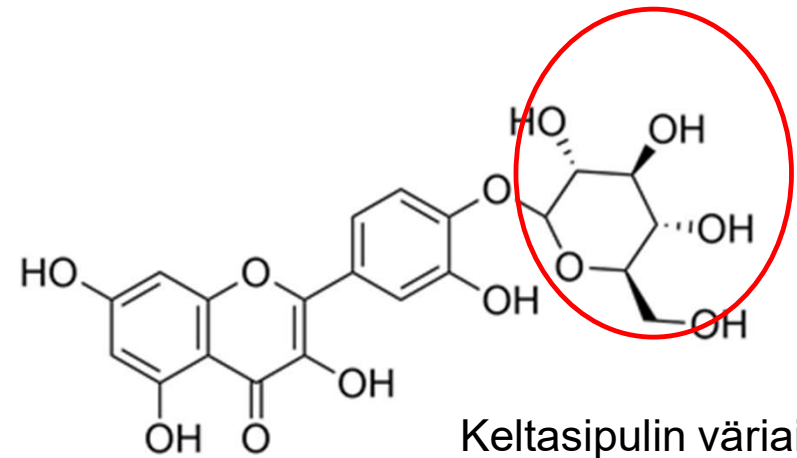
Riikka Räisänen, 2025



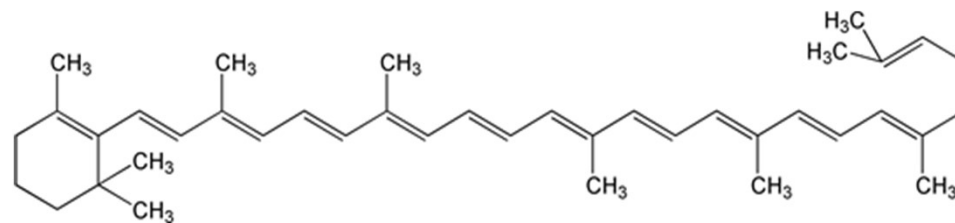
(Hyötykasvit värikuvina)



- Pigmenttiosan **sitoutuminen sokereihin** lisää vesiliukoisuutta
- **Rasvaliukoiset** väriaineet varastoidaan soluseinämään



Keltasipulin väriaine
kversetiini-4'-glukosidi



Beta-karoteeni, E160a

Luonnon väriaineet

DYES / liukoiset väriaineet	PIGMENTS / ei liukoiset, pigmentit
Orgaaniset yhdisteet	Epäorgaaniset yhdisteet, Orgaaninen yhdiste + metalli-ioni
Eliöistä, kasveista ja eläimistä	Maalajeista, metallisuolat
Liukenevat veteen	Veteen liukenemattomia

Luonnonväriaineet
suuren
mittakaavan
tuotannossa

Orgaaniset, vesiliukoiset väriaineet (dyes)	Epäorgaaniset, väripigmentit (pigments & lakes)
Tekstiilit ja nahka - luonnonkuidut ja tekokuidut - värjäys ja kankaanpainanta	Kosmetiikka -meikit -saippuat
Kosmetiikka - hiusvärit - saippuat, voiteet	Värit materiaaleissa -lasipigmentit -maalit
Taiteilija tarvikkeet - musteet, vesivärit, maalaus	Taiteilija tarvikkeet - öljymaalit
Muut materiaalit - puu, muovit, paperi, jne.	Materiaalit -biomateriaalit, biohajoavat muovit
Elintarvikkeet - juomat, makeiset, leivonnaiset	
Muu käyttö -energian tuotanto: aurinkopaneelit, lääkkeet -palvelut	Muu käyttö -energian tuotanto: aurinkopaneelit, lääkkeet -palvelut



PANTONE 2023: VIVA MAGENTA





POIS FOSSIILISISTA RAAKA-AINEIDEN LÄHTEISTÄ

HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI

Riikka Räisänen, 2025

A photograph of water splashing downwards into a blue gradient background. The water is captured in mid-air, creating a dynamic, crystalline shape. The background transitions from a light blue at the top to a darker blue at the bottom.

KOHTI VÄHÄN VETTÄ JA ENERGIAA KULUTTAVIA PROSESSEJA

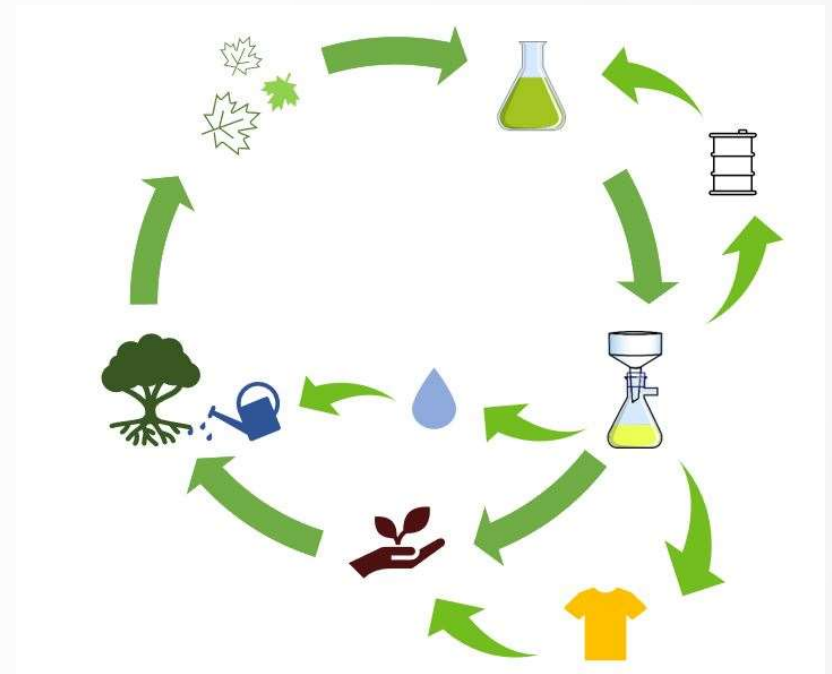
**HELSINGIN YLIOPISTO
HELSINGFORS UNIVERSITET
UNIVERSITY OF HELSINKI**

Riikka Räisänen, 2025



BIOVÄRIAINHEET - NOLLAJÄTE + KIERRÄTYS + ARVON LISÄYS

- Biohajoavat materiaalit ja väriaineet
- Kiertotalous ja sivuvirrat
- Puhtaat prosessit ja tuotteet
- Nollajäte
- Upcycling – arvon lisäys
- Turvallisuus



(Kuva: Riikka Räisänen)



Väriainelähteiden ja väriaineiden kriteereitä

- Väriaineen määrä biomassassa (tyypillisesti n. 4 % kuivamassasta)
- Liukoisuus
- Riittävän stabiili ja pysyvä erilaisissa olosuhteissa
 - UV- ja näkyvä valo
 - Lämpö
 - pH (esim. tekstiilin pesu)
- Affiniteetti materiaaliin johon se liitetään
- Värin vahvuus ja intensiteetti

Väriainelähteitä



(kuva: Päivi Kovanen)



(värjäys: Janita Perttula)

Riikka Räisänen, 2025

- **Maataloustuotanto ja sen sivuvirrat**
- viljeltävät värikasvit: morsinko ym. ruuaksi viljeltävien kasvien varret ym. > härkäpapu, lupiini
pellon rikkakasvit: peltosaunio ja sen sukulaiset
- **Ympäristön- ja puutarhanhoito**
- paju, leppä, pihlaja
lupiini
järviruoko
mesiangervo
pietaryrtti
kultapiisku
nokkonen
callunat istutuksista



(kuva: Päivi Kovane)



(kuva: Geza Silvay)



- **Teollisuuden sivuvirrat**
- **-metsäteollisuus**
- puun (erit. lehtipuiden) kuoret ja oksat > paju, leppä
- **-elintarviketeollisuus**
- sipulin kuoret, pähkinöiden kuoret hedelmien ja vihannesten kuoret
- **Luonnontuotealan keruuverkostot**
värisienet
mesiangervo
- **Laboratoriokasvatus**
- sienet, mikrobit



VÄRJÄYKSEN PARANTAMINEN, VÄRJÄYS / PAINAMINEN = KUIDUT+ VÄRIAINHEET+ PROSESSIT

Lähtöaineiden tehokas käyttö

Vähänen energian tarve

Vähän jätettä ja sivutuotteita

Turvalliset prosessit

Laadukkaat lopputuotteet



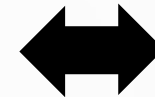


BIOVÄRIAINEN TUOTANTO JA VÄRJÄYS

Mitkä kuidut?



Tekstiilien
tuottajat



Brändit



Värijäysteknologiat

Massavärijäys
SCCO₂
Painaminen

Me haluamme
ekovärejä!





MATERIAALI

- Yksikuitu – Sekoitus
 - Kierrätys
 - Värjäys / paino
- Puuvilla
- Villa
- Selluloosamuuntokuidut – kasvaa
- Tekokuidut, polyesteri



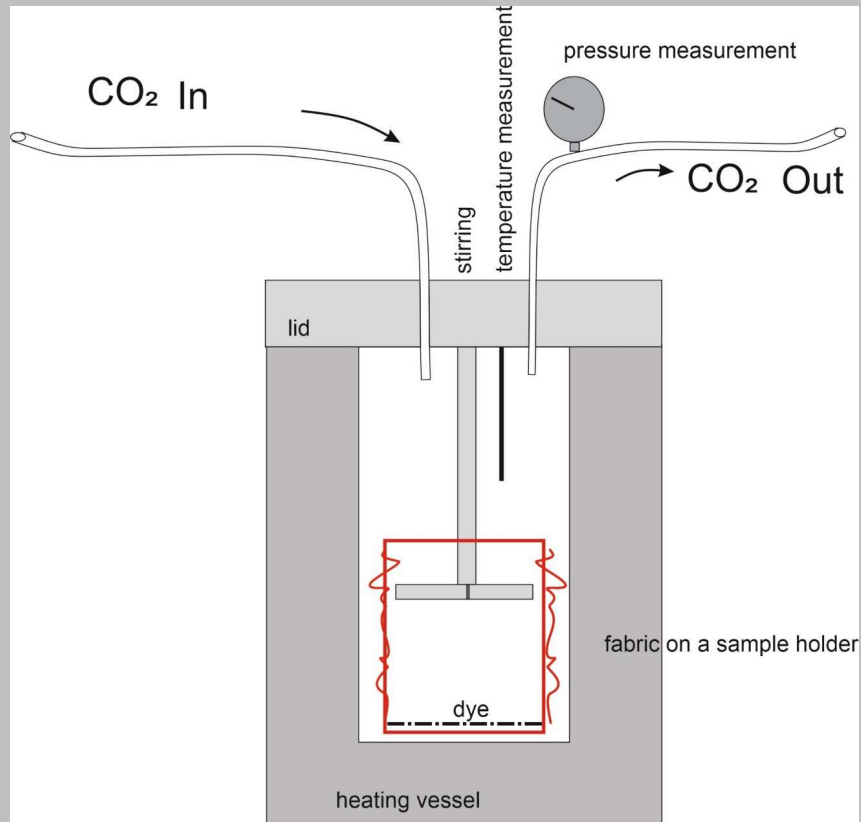
Ruoka, kosmetiikka, pakkaukset, tekstiilit, lääkkeet, aurinkokennot, käsityöt ja hyvinvointi, matkailu...

Ylikriittinen CO₂ vedettömässä värjäyksessä

- 3500 – 5000 psi
- 110-120 °C
- 30-60 min
- PET, PLA fabrics

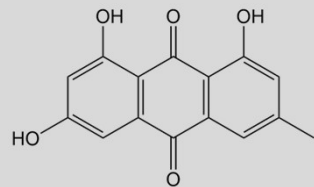
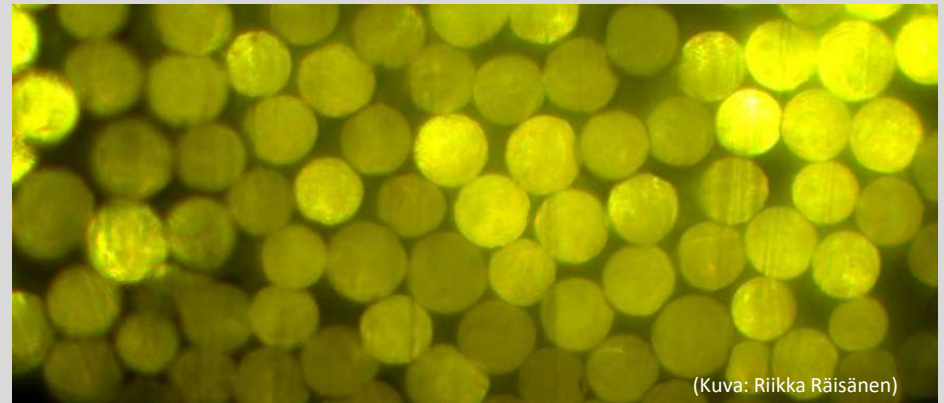
Räisänen, R., Montero, G.A., Freeman, H.S. 2021. A fungal-based anthraquinone emodin for polylactide and polyethylene terephthalate in supercritical carbon dioxide (SC-CO₂) dyeing. **Color Research and Application**. 1–7.
<https://doi.org/10.1002/col.22627>

Freeman, H.S., Räisänen, R. 2023. Waterless dyeing with plant-based natural dyes as colorants. **Acta Horticulturae**, 1361, 141-148.
<https://doi.org/10.17660/ActaHort.2023.1361.16>

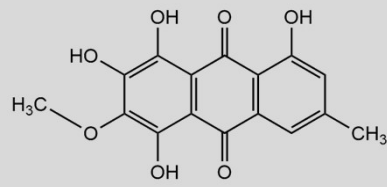


Luonnon väriaineet ja ylikriittinen CO₂ värjäys

Veriseitikki (*Cortinarius sanguineus*)



Emodiini



Dermocybiini

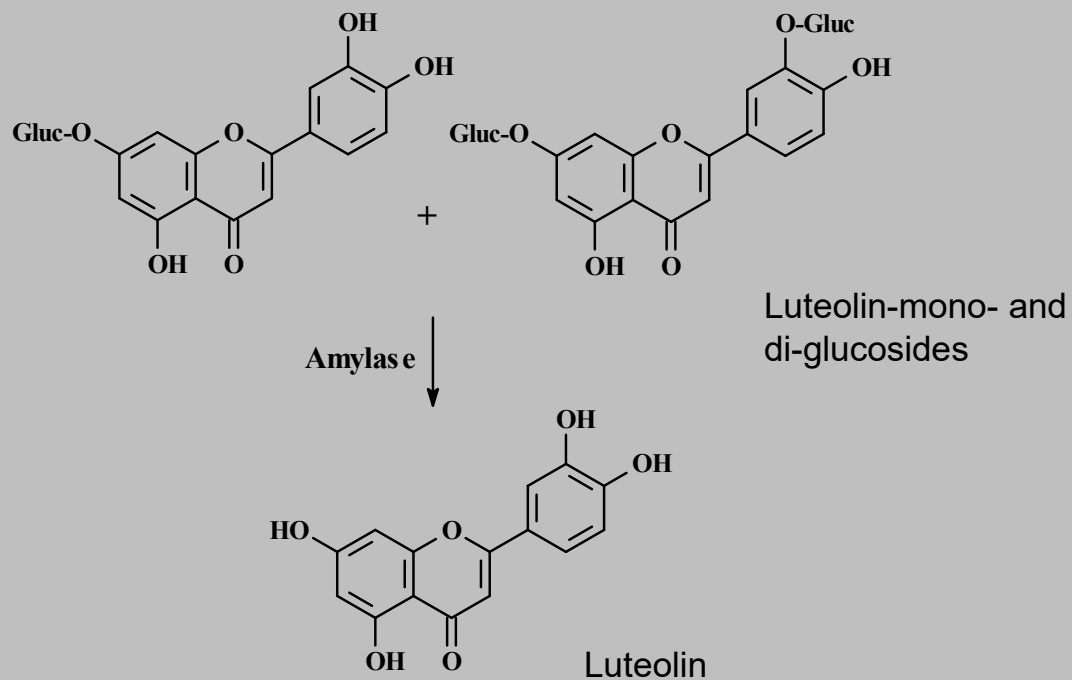
PLA (polylactic acid) värjätty 1 % emodiini-väriaineella SC-CO₂

	Emodin SCCO2 / PLA	Emodin SCCO2 / PET	Emodin HT H2O / PET
Valonkesto	7	7	7
Hankauksen kesto kuiva	4	4/5	4/5
Hankauksen kesto märkä	4/5	4/5	5



Luonnonväriaineiden muokkaus entsyymien avulla

Värireseda (*Reseda luteola*)

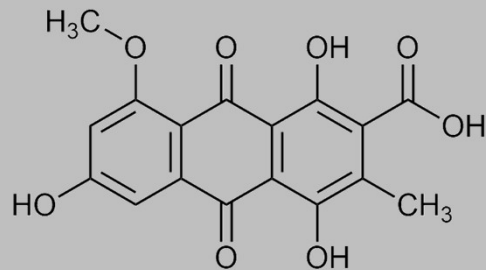


- Vasen: Värjäys (0.5 % vmp) ennen väriaineen entsyymikäsittelyä ja sen jälkeen
- Oikea: Hydrolyysi – sokeriosan poistaminen väriaineesta



HAPPOVÄRI VILLALLE

Veriseitikki (*Cortinarius sanguineus*)



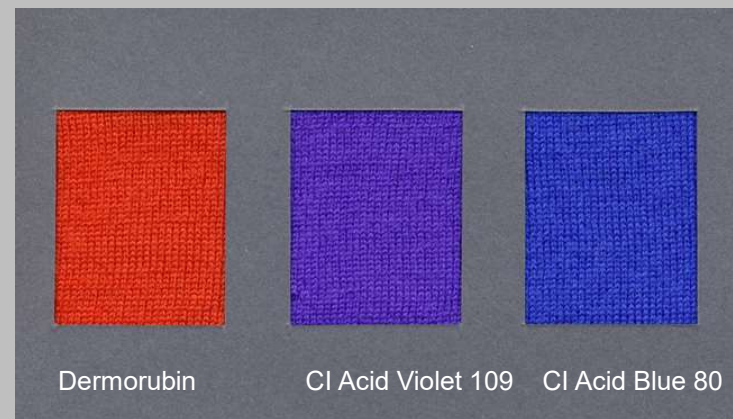
Dermorubiini

	Dermorubin	AV 109	AB 80
Valonkesto	6	6	7
Hankauksenkesto, k	5	4	4/5
Hankauksenkesto, m	4/5	3/4	4/5
Pesunkesto värin muutos Tahrivuus (WO/CO)	3 4/5 / 4/5	5 5 / 4/5	5 5 / 4/5

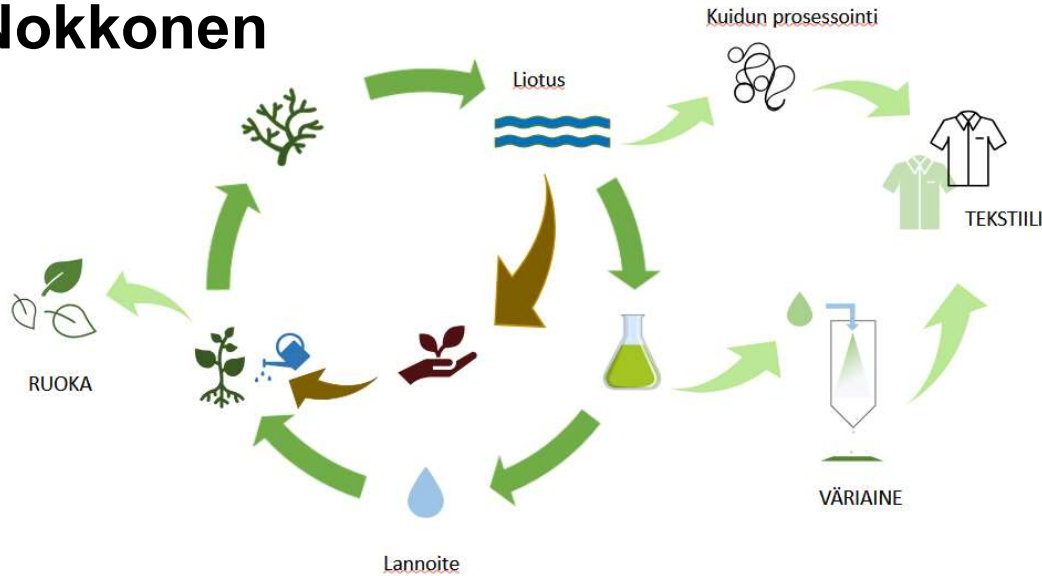
Ei apuaineita
Väriainetta 1 % vmp

Räisänen, R., Nousiainen, P. & Hynninen, P. H. 2002. Dermorubin and 5-chlorodermorubin natural anthraquinone carboxylic acids as dyes for wool. *Textile Research Journal*, **72 (11)**, 973–976.

<https://doi.org/10.1177/004051750207201107>



Nokkonen



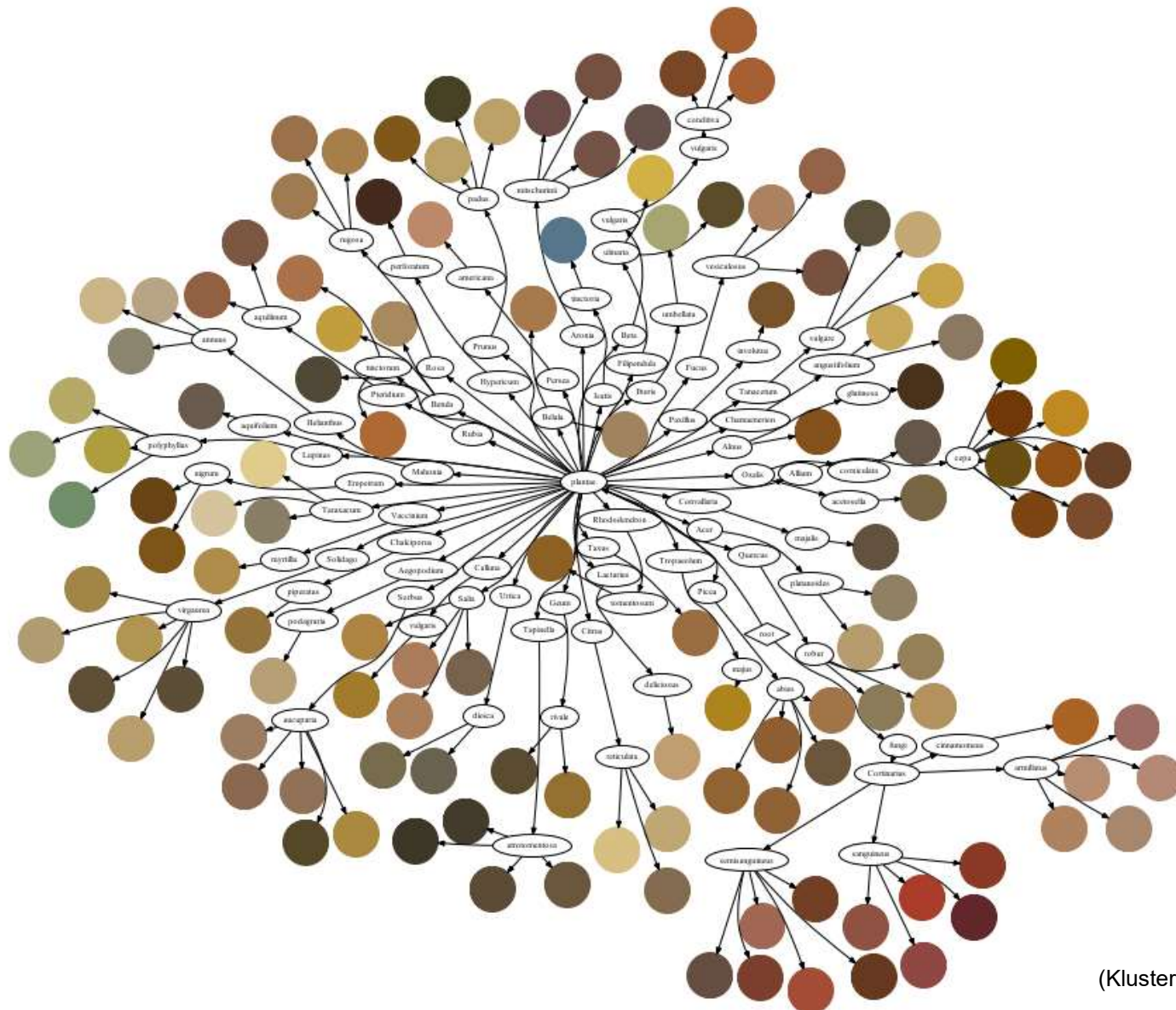
Sadik, S., Toukola, P., Räsänen, R. 2023. Zero waste nettle – process optimization to refine nettle into multi-purpose materials: textile fibres and colourants. *Acta Horticulturae*, 1361, 181-188.

<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2023.1361.21>

Table 1. Colour obtained when dyed with the nettle retting wastewater (A) and the dye liquor prepared according to 1:1 (textile to dry stems) mass ratio. CO=cotton, BCV=bamboo viscose, WO=wool

Textile-Mordant	Retting wastewater				Prepared dye liquor			
	L*	a*	b*	Vis	L*	a*	b*	Vis
CO-tannin	73.74	3.14	8.12		81.28	1.90	14.71	
CO-Al	89.59	-0.39	8.01		88.54	-0.82	17.02	
CO-Fe	85.63	1.36	12.68		84.61	2.42	15.47	
BCV-tannin	79.15	1.44	7.17		80.99	0.74	8.92	
BCV-Al	88.21	-0.48	9.82		86.40	-0.83	12.40	
BCV-Fe	79.01	3.80	17.99		80.74	3.83	17.28	
WO-tannin	71.21	3.41	16.82		71.01	3.27	19.58	
WO-Al	81.62	-1.09	20.02		77.58	-0.32	21.10	
WO-Fe	61.31	0.26	15.56		64.12	0.70	16.8	

Textile-Mordant	Retting liquor Wash fastness				Prepared dye liquor Wash fastness			
	cc	St WO	St CO	LF	cc	St WO	St CO	LF
CO-tannin	4/5	5	4/5	4	4	5	4/5	4
CO-Al	2/3	5	4	1	4/5	5	4/5	1
CO-Fe	2	5	4/5	5	4/5	5	4	7
BCV-tannin	3/4	5	3/4	5	3	5	3/4	7
BCV-Al	2	5	5	1	2/3	5	5	1
BCV-Fe	3	5	5	5	4	5	5	8
WO-tannin	2/3	5	3/4	3	2/3	5	4/5	3
WO-Al	3/4	5	5	1	2/3	5	4/5	1
WO-Fe	3	5	4	6	2/3	5	4/5	5



(Klusterointi ja layout: Joni Hyttinen, UEF)

BioColour Kirjasto – julkistettu 12/2024

<https://biocolour.fi>

Tietoa tieteellisistä julkaistuista artikkeleista

Kasveista (Scientific name, English, Finnish, German)

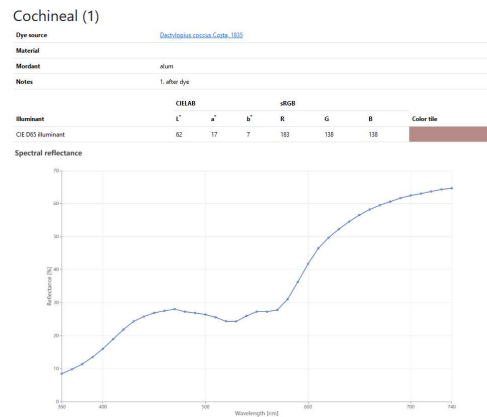
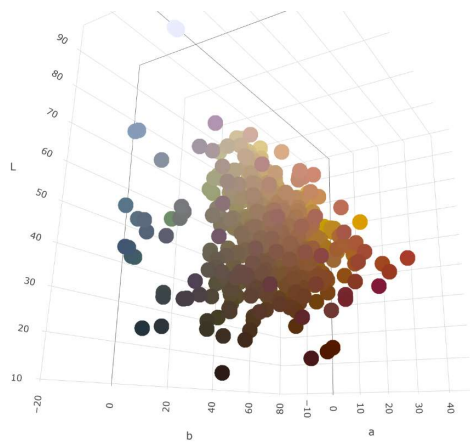
Kemiallista tietoa väriyhdisteistä

Yhdisteen kemiallinen rakenne, massa, UV-vis spektri, HPLC-DAD menetelmä, NMR

Värikartasto: 664 värjättyä näytettä

CIE L*, a*, b* koodit (myös RGB)

→ **Hakuja** voi hakea mm. johonkin yhteen kasviin liittyvää tietoa tai vertailla eri kasveja, väriä



<p>Chokeberry (berries) (1) Aronia mitschurinii, Wool yarn, alum 10%</p> <p>Details</p>	<p>Chokeberry (berries) (2) Aronia mitschurinii, Wool yarn, alum 10%</p> <p>Details</p>	<p>Cinnamon bracket (1) Hapalopilus rutilans (Pers. ex Fr.) Karsten, Natural white wool2</p> <p>Details</p>	<p>Cinnamon bracket (2) Hapalopilus rutilans (Pers. ex Fr.) Karsten, Natural white wool2</p> <p>Details</p>	<p>Chokeberry (fresh berries 10:1) (9) Aronia mitschurinii, Wool yarn unbleached, alum 10%, cream of tartar 5%</p> <p>Details</p>
<p>Chokeberry (fresh berries 10:1) (10) Aronia mitschurinii, Wool yarn unbleached, alum 10%, cream of tartar 5%</p> <p>Details</p>	<p>Common hollyhock (1) Alcea rosea, Wool yarn</p> <p>Details</p>	<p>Cochineal (1) Dactylopius coccus Costa, 1835, alum</p> <p>Details</p>	<p>Common hollyhock (3) Alcea rosea, Wool yarn</p> <p>Details</p>	<p>Common hollyhock (4) Alcea rosea, Wool yarn</p> <p>Details</p>



MITEN PÄÄSEMME RESURSSIEN VIISAASEEN KÄYTTÖÖN? KESTÄVÄN KEHITYKSEN MUKAISET LUONNONVÄRIAINHEET, TEKSTIILIT JA MUOVIT

[HTTPS://URN.FI/URN:NBN:FI:OULU-202505153434](https://urn.fi/urn:nbn:fi:oulu-202505153434)

STN IMPRES hankkeet Biocolour, Finix, Valuebiomat

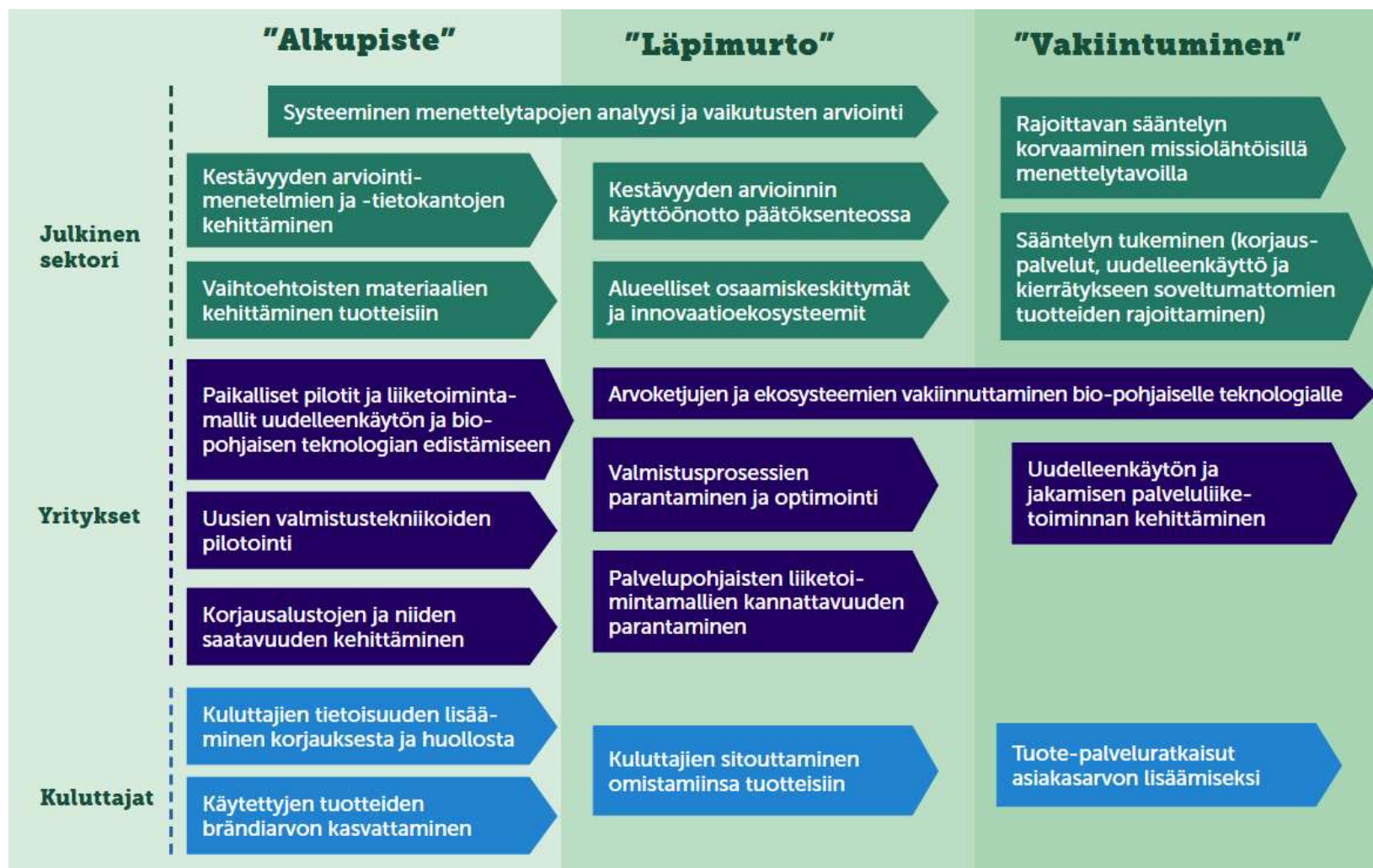
Polku I: Vähennetään kulutusta ja pidennetään tuotteiden elinikää

Polku II: Lisätään materiaalien kiertoa

Polku III: Luodaan uusia materiaali- ja liiketoimintainnovaatioita

Toimenpiteitä kolmella tasolla:
-kuluttajat, yritykset, julkinen sektori

Polku I: Vähennetään kulutusta ja pidennetään tuotteiden elinikää

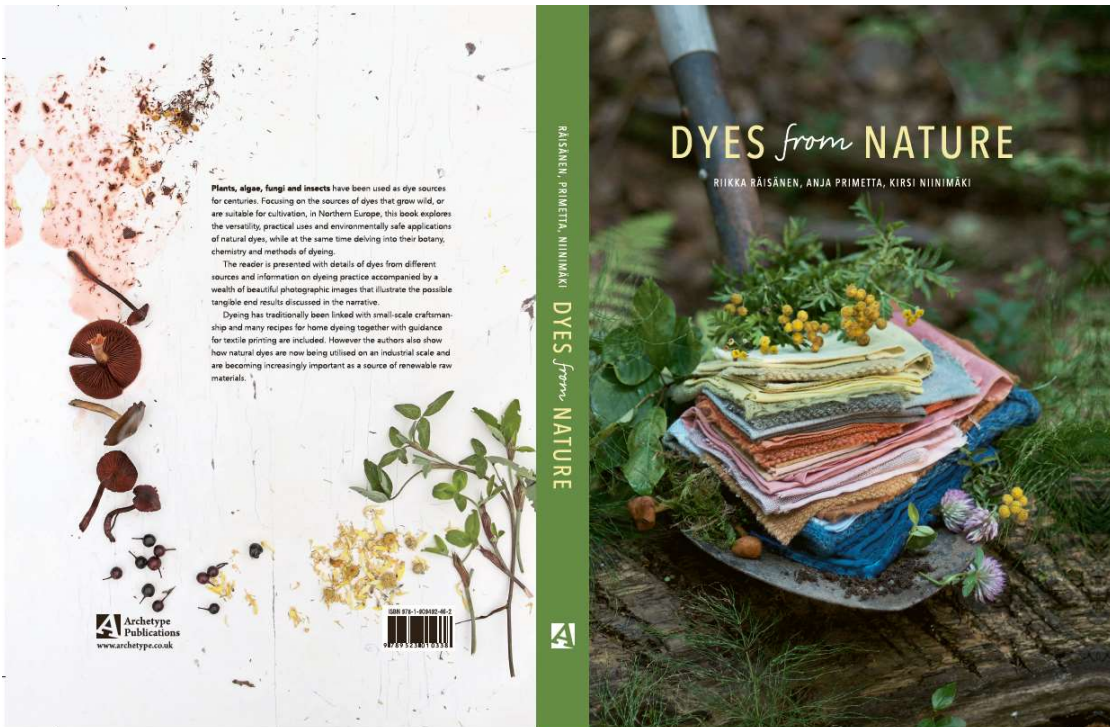


Polku II: Lisätään materiaalien kiertoa



Polku III: Luodaan uusia materiaali- ja liiketoimintainnovaatioita





Luonnonväriaineet (2015/2017)

<https://doi.org/10.31885/9789515150028>

Archetype Publications, London, UK.

ISBN 9781909492462

<https://archetype.co.uk/our-titles/dyes-from-nature/?id=248>



Avoimesti saatavilla

<https://shop.aalto.fi/p/1998-biocolours/>

Riikka Räisänen, 2025



Kiitos!

riikka.raisanen@helsinki.fi

<https://researchportal.helsinki.fi/fi/persons/riikka-raisänen>



Riikka Räisänen, 2025

