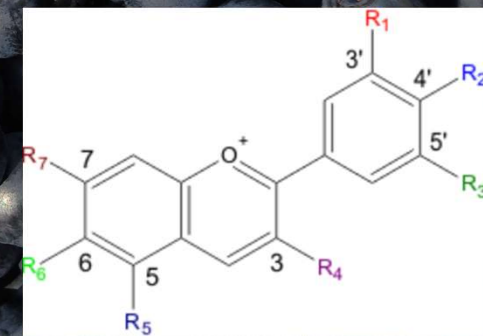
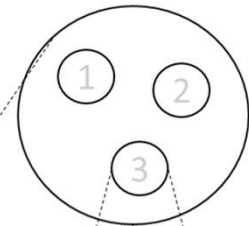
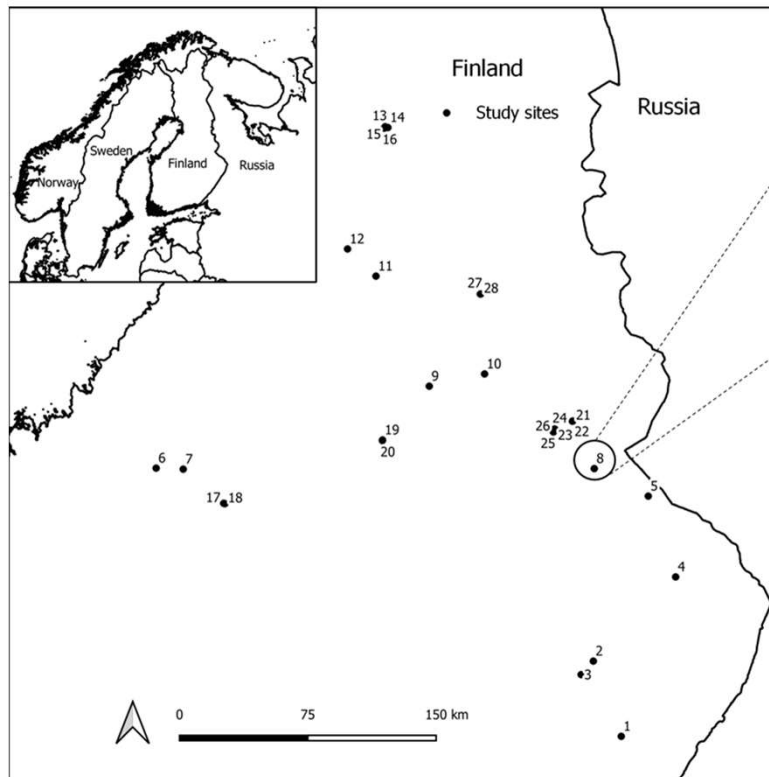


Miten ympäristötekijät vaikuttavat mustikan laatuun?

Outi Manninen, Françoise Martz, Jouni Sorvari, Ville Hallikainen, Maija Salemaa, Päivi Merilä



Otanta

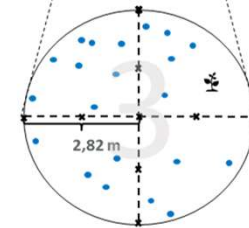


Alue

- LAI Latvuspeittävyys
- Puuston pohjapinta-ala (BA)
- Tiheys
- Tilavuus
- Pituus
- Ikä
- Lämpötila (0.5 m ja 2 m)

Koe-ala

- Marja-näytteet (20 kypsää marjaa)
 - Kokonaisfenolipitoisuus, antosyaanit, favonolit, proantosyanidit, epikatekiini, klorogeenihappo, iridoidit, liukoiset sokerit, tärkkelys, antioksidatiivisuus
- Maa-näytteet (9/koeala =1 näyte)
 - pH, C, N, K, Ca, P, Mg, orgaaninen aine (OM), kosteus



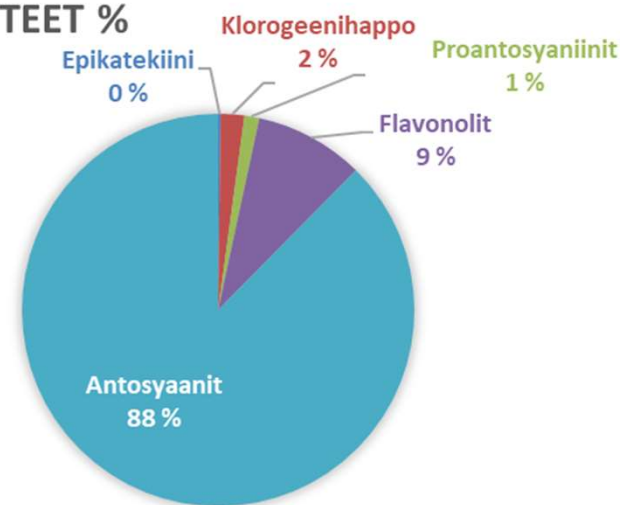
Pitoisuudet:



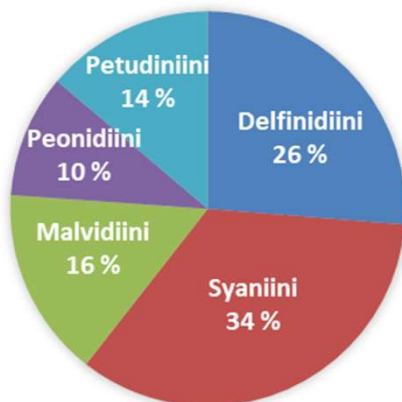
	Mean	SD
Liukoiset fenoliyhdisteet	94,48	14,16
Antosyaanit	78,93	13,38
Flavonolit	8,02	1,43
Epikatekiini	0,19	0,09
Klorogeenihapot	1,74	0,79
Proantosyanidit	1,09	0,24
Iridoidit	4,52	0,93
Liukoiset sokerit	339,13	44,59
RSA (DPPH)	35,39	6,43

Tulokset mg/g DW

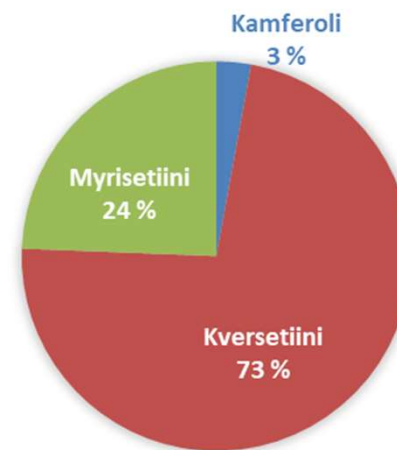
FENOLIYHDISTEET %



ANTOSYAANIT %



FLAVONOLIT %



Tutkimusmetsät



Jaettavissa karkeasti neljään tyyppiin:

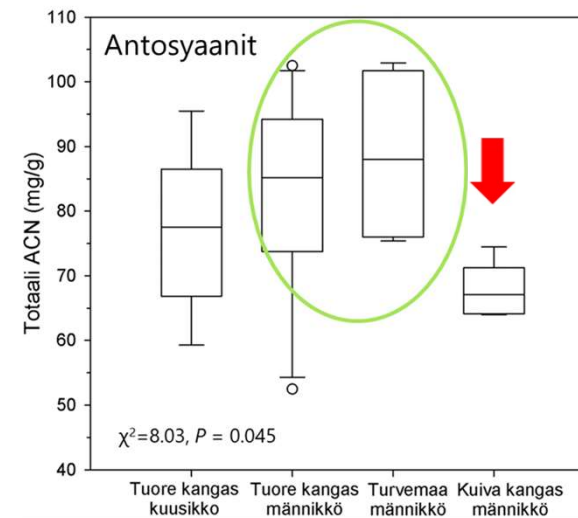
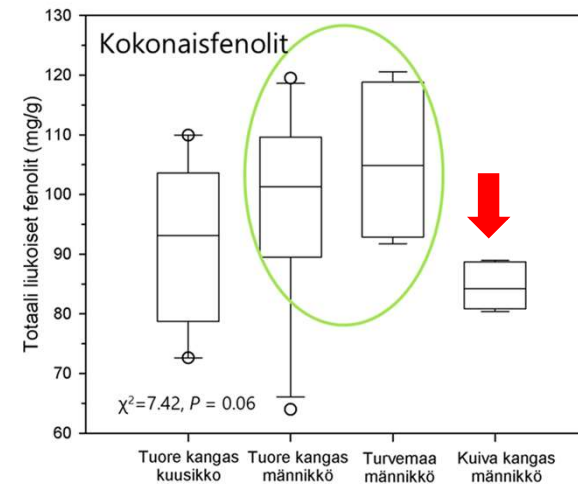
- Tuoreet kuusikankaat (N=9)
- Tuoreet mäntykankaat (N=10)
- Mäntyturvekankaat (N=4)
- Kuivat mäntykankaat (N=5)

		Mesic spruce	Mesic pine	Dry pine	Peatland pine
Puusto	Spruce BA m ²	18.52 (3.08)	1.98 (0.84)	3.57 (1.46)	0.99 (0.99)
	Spruce height m	18.14 (1.92)	7.23 (2.51)	11.14 (4.72)	3.13 (3.13)
	Pine BA m ²	2.87 (0.94)	15.47 (2.75)	16.66 (4.37)	17.36 (6.65)
	Pine height m	11.31 (3.59)	16.69 (1.56)	14.94 (4.17)	12.75 (2.39)
	Deciduous BA m ²	1.54 (0.72)	2.18 (0.86)	0.79 (0.79)	0.50 (0.50)
	Deciduous height m	7.88 (3.17)	7.82 (2.73)	4.04 (4.04)	3.25 (3.25)
Maa	C:N ratio	38.26 (3.81)	39.53 (2.22)	41.29 (2.20)	36.81 (4.25)
	Organic content %	78.49 (5.06)	79.21 (2.68)	73.13 (5.50)	83.33 (7.69)
	pH	3.93 (0.06)	4.01 (0.06)	3.85 (0.04)	3.98 (0.11)
Aluskasvillisuus	<i>Vaccinium myrtillus</i> %	53.33 (4.74)	45.67 (4.28)	43.00 (12.25)	34.17 (13.50)
	<i>Vaccinium vitis-idaea</i> %	12.50 (3.59)	14.15 (3.30)	22.50 (3.86)	9.33 (3.23)
	<i>Vaccinium uliginosum</i> %	1.33 (1.14)	2.11 (0.73)	1.82 (1.13)	16.00 (10.91)
	<i>Empetrum nigrum</i> %	0.39 (0.37)	1.89 (0.98)	3.35 (3.33)	9.25 (3.01)
	<i>Calluna vulgaris</i> %	0.41 (0.41)	0.11 (0.07)	3.67 (1.86)	2.17 (1.28)

KOKONAISFENOLIT JA ANTOSYAANIT

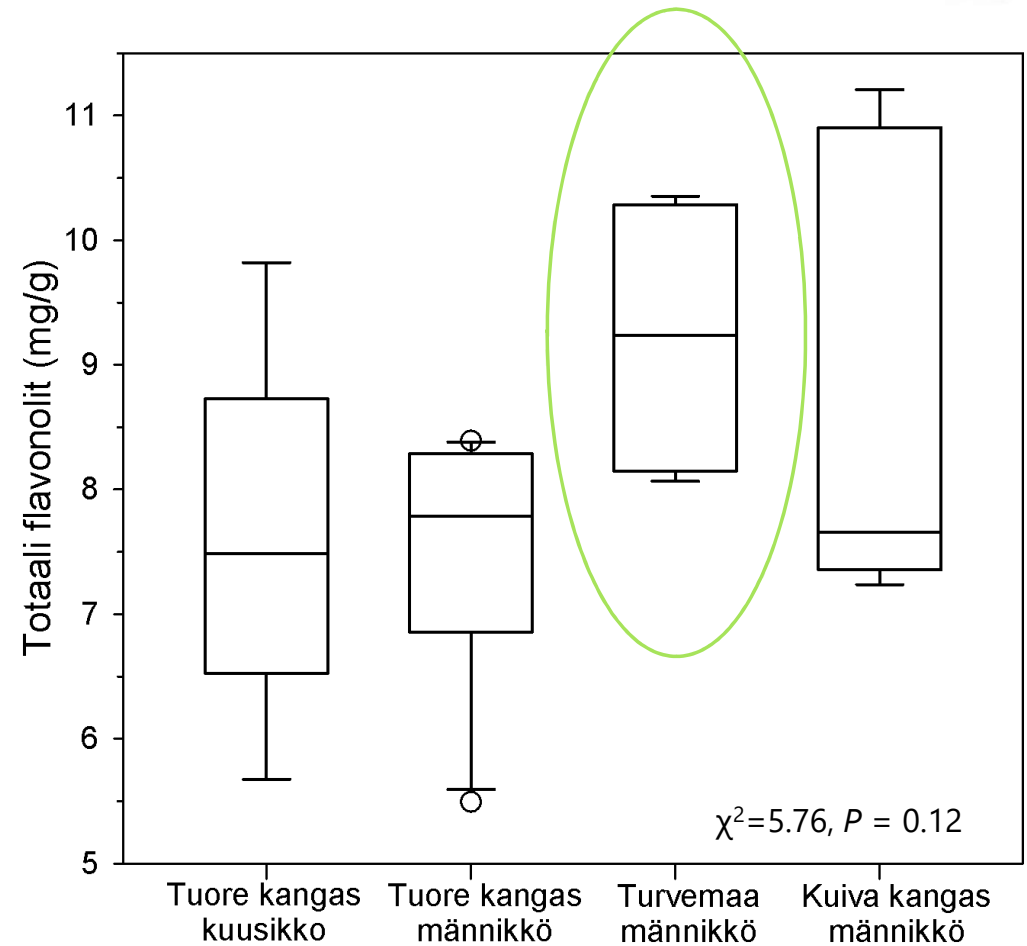


- Männiköissä jossain määrin korkeammat pitoisuudet
 - paitsi kuivilla kankailla!
 - Antosyaanit: n 90 % tässä aineistossa mitatuista fenoleista
- > Samantapainen tulos kuin totaalifenoleissa



FLAVONOLIT

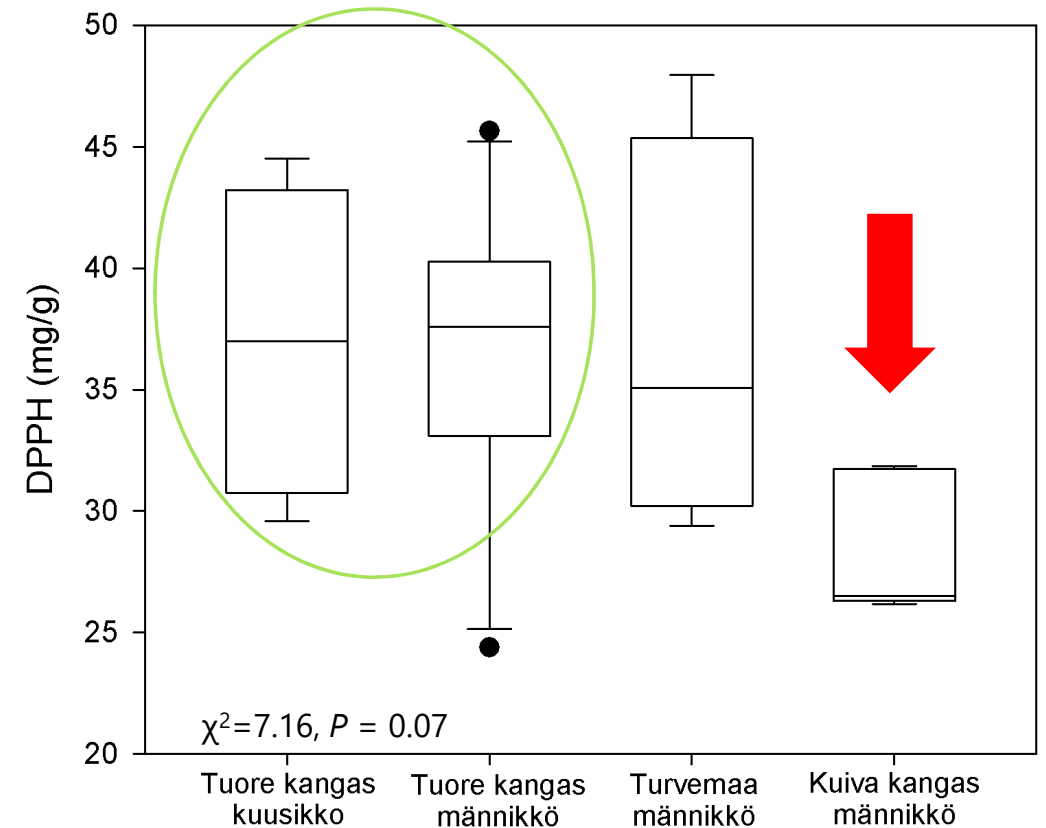
- Kversetiini, myrisetiini, kamferoli
- Hajonnat suuria, mutta näyttäisi siltä, että mäntyvaltaisella turvemaisella totaali flavonolien pitoisuuden mediaani on korkein



ANTIOKSIDATIIVISUUS, DPPH

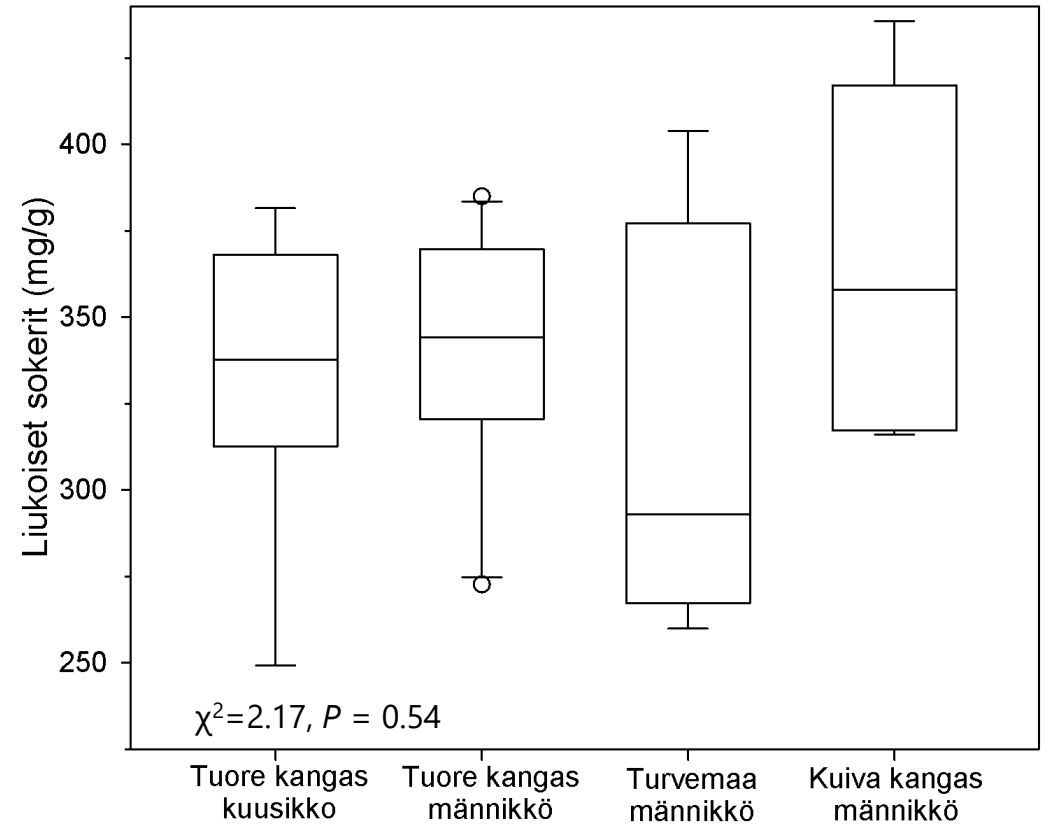


- DPPH muita vähäisempää kuivilla mäntykankailla
 - Kokonaisfenolit ja antosyaanit alhaisemmat



SOKERIT

- Hajonta suurta varsinkin turvemaille ja kuivilla kankailla
- Ei varsinaisesti eroja, ehkä turvemailta ei kannata makeita mustikoita etsimään
- Kuivilla kankailla mahdollisesti makeita



Yhteenvetoa

Fenolit, antosyaanit ja flavonolit **mäntyturvekankailla** korkeimmat pitoisuudet

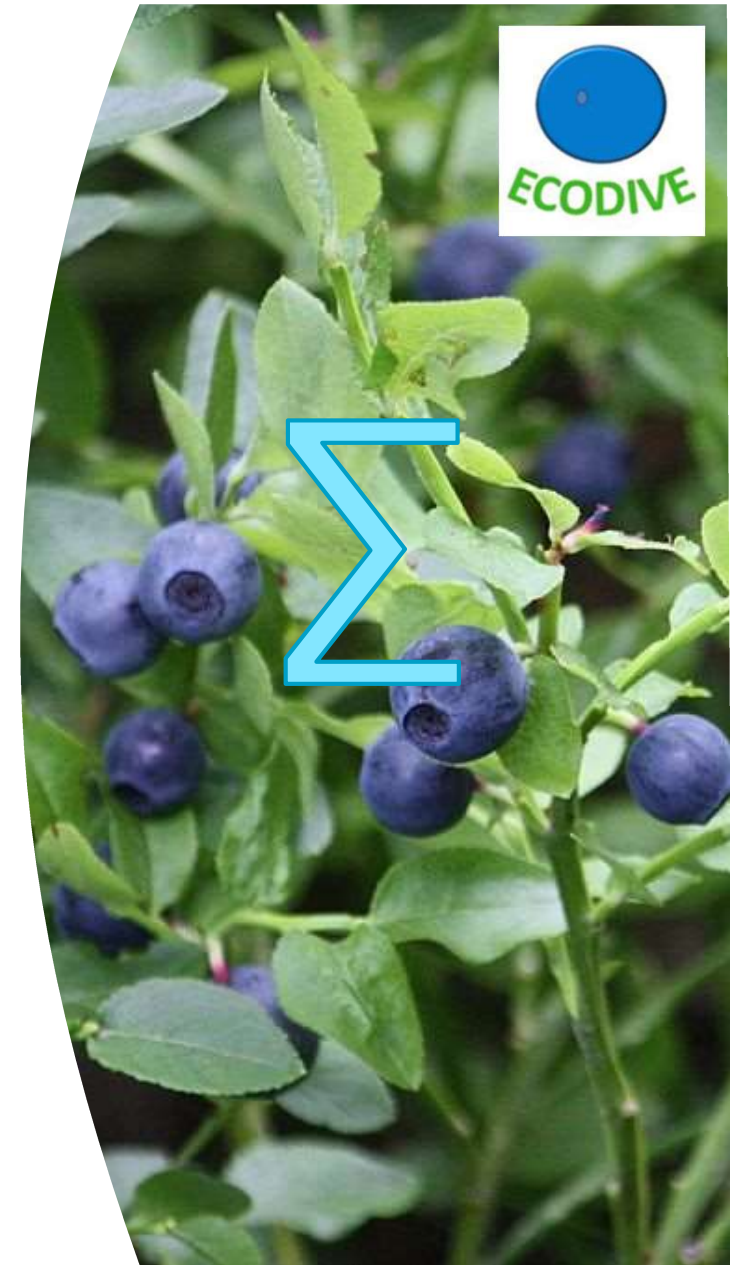
Antioksidatiivisuus: DPPH-pitoisuudet **korkeimmat tuoreilla kankailla** – sekä mänty- että kuusivaltaiset

- Pienin kuivilla mäntykankailla



Miten erotan maastossa terveellisten (kokonaisfenolit) mustikoiden kasvupaikat?

- Lineaarinen sekamalliregressio
- Talousmetsissä **puusto** kertoo mm. varjostuksesta
 - Pääpuulaji (mänty/kuusi), LAI, puuston ikä
- **Aluskasvillisuus** kertoo myös maaperän laadusta (rehevä – karu)
 - Mustikan, puolukan ja heinien peittävyys-%
- **Maaperämuuttajat** voi olla vaikeita ilman mittareita
 - CN-suhde, pH, orgaaninen materiaali



Kokonaisfenolit


- **Maaperämallissa** pH: kasvu lisää fenoleita
- **Kasvillisuusmallissa** puolukan suhteellisen peittävyuden kasvu vähentää fenoleita
- Mustikan oman peittävyuden kasvu vähentää fenoleita, joskin ei ole aivan tilastollisesti merkitsevä
 - Aluskasvillisuuden varjostus, kilpailu ravinteista?

	Muuttuja	Testitulokset	
Maaperä	pH	$F_{1,75.6}=13.39, P=0.0005$	→
	resC:N	$F_{1,41}=2.94, P=0.094$	
	Orgaaninen aine	$F_{1,75.9}=0.04, P=0.83$	
Kasvit	Mustikan peittävyys	$F_{1,32.2}=2.89, P=0.099$	→ ?
	resPuolukan peittävyys	$F_{1,52.5}=4.81, P=0.033$	→
	resHeinäpeittävyys	$F_{1,34.7}=2.47, P=0.12$	

Puustomallit

Koska kuusimetsät olivat vanhempia (ka mänty 52v, kuusi 89v) on tarpeen käyttää **kuusta ja mäntyä luokittelevana** muuttujana ja analysoida **LAI:n ja iän vaikutus** erillisissä kilpailevissa malleissa

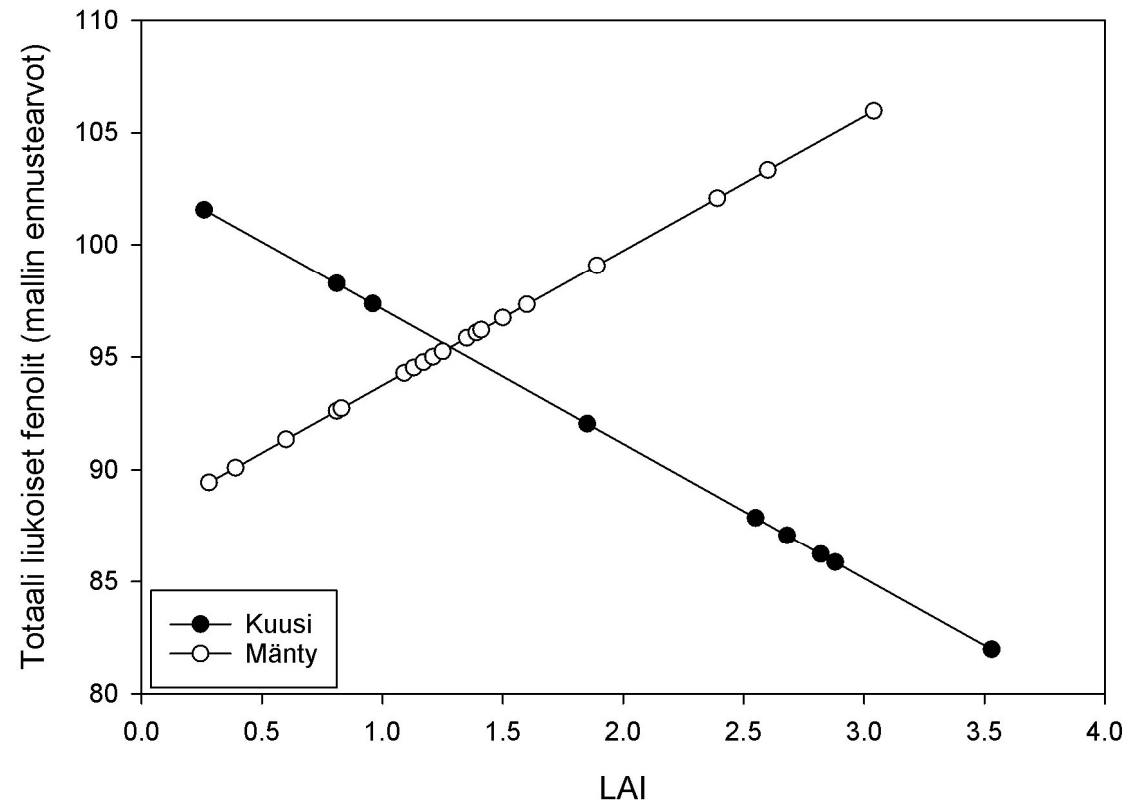
- Ainoastaan puulaji*LAI suuntaa-antavasti merkitsevä
- Malli 1 vahvempi (AIC pienempi)

	Muuttuja	Testitulos
Puustomalli 1	puulaji	$F_{1,23}=1.62, P=0.22$
AIC 712.3	LAI	$F_{1,23.3}<0.01, P=0.99$
	puulaji*LAI	$F_{1,23.3}=3.68, P=0.068$ 
Puustomalli 2	puulaji	$F_{1,23.2}<0.01, P=0.98$
AIC 730.0	puuston ikä	$F_{1,17.7}=1.90, P=0.18$
	puulaji*puuston ikä	$F_{1,23}=0.01, P=0.94$

Fenolit: LAI ja puulaji (mänty vs. kuusi)

Latvuspeittävyuden (LAI) kasvu:

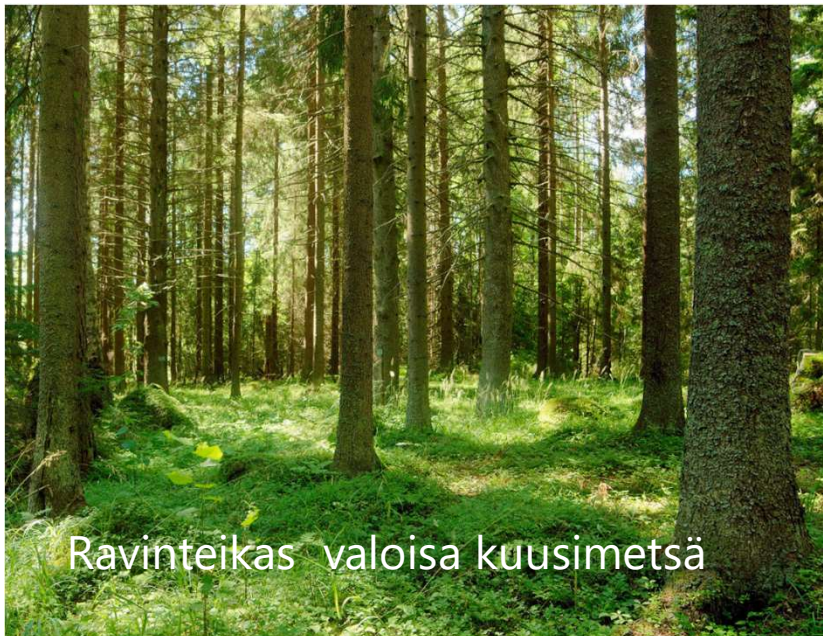
- Vähentää kokonaisfenoleita kuusimetsässä
- Lisää kokonaisfenoleita mäntymetsässä



Oletetaan, että marjastajalla ei ole pH-mittausvälineistöä mukana



Hyviä kokonaisfenoli-mustikoiden keruupaikkoja ovat:



Ravinteikas valoisa kuusimetsä



Ravinteikas peitteinen mäntymetsä



Lähteet:

- Lätti, A.K., Riihinen, K.R. & Kainulainen, P.S. 2008. Analysis of Anthocyanin variation in wild populations of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) in Finland. *J. Agric. Food Chem.* 56:190-196.
- Martz, F., Jaakola, L., Julkunen-Tiitto, R. & Stark, S. 2010. Phenolic composition and antioxidant capacity of bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) leaves in northern Europe following foliar development and along environmental gradients. *J. Chem Ecol* 36:1017-1028
- Nybakken, L., Selas, V. & Ohlson, M. 2013. Increased growth and phenolic compounds in Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) following clear-cutting. *Scand. J. For. Res.* 28(4):319-330.
- Mikulic-Petkovsek, M., Schmitzer, V., Stampar, F. & Veberic, R. 2015. A comparison of fruit quality parameters of wild bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) growing at different locations. *J Sci Food Agric* 95: 776-785
- Uleberg, E., Rohloff, J., Jaakola, L., Tröst, K., Junttila, O., Häggman, H. & Martinussen, I. 2012. Effect of temperature and photoperiod on yield and chemical composition of northern and southern clones of bilberry (*Vaccinium myrtillus*, L.) *J. Agric. Food Chem.* 60:10406-10414.
- Vaneková, Z., Vanek, M., Škvarenina, J. & Nagy, M. 2020. The influence of local habitat and microclimate on the levels of secondary metabolites in Slovak bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) fruits. *Plants* 9(4):436.
- Åkerström, A., Jaakola, L., Bång, U. & Jäderlund, A. 2010. Effects of latitude-related factors and geographical origin on anthocyanidin concentrations in fruits of *Vaccinium myrtillus* L. (bilberries). *J. Agric. Food Chem.* 58:11939-11945.

Kiitos!

Outi, Françoise, Jouni,
Ville, Maija ja Päivi

