

Boorin merkitys, eri kasvien tarve ja boorin tarpeen turvaamisen vaihtoehdot

Mikko Räisänen

Tutkimusjohtaja, Ecolan Oy

Ilmajoki 27.11.2019

Boron: essential element for vascular plants that never was (Lewis 2019).

(Boori: välttämätön ravinne kasveille, jota ei koskaan ollut (Lewis 2019


Provokaatio vai relevantti keskustelun avaus?

Mikko Räisänen

Ecolan Oy

Booritutkimus, viimeinen keskustelu

- Kasviravinne? Onko ”hyödyllinen alkuaine” vai kasviravinne?
 - 1) ilman ravinnetta kasvi ei kykene kasvamaan elinkaartaan
 - Ilman booria lisääntyminen ei onnistu
 - 2) Ei voida korvata toisella ravinteella/aineella
 - Substituutio ei ole mahdollista
 - 3) Ravinne vaikuttaa suoraan aineenvaihduntaan
 - Vaikutukset ja ajatukset mekanismeista aineenvaihdunnassa erityisesti solunsisällä aiheuttaa edelleen polemiikka
 - (Lewis 2019, *New Phytologist* / Vastaus Wimmer A.M. ym. 2019, *New Phytologist*)



Boori maassa - pitoisuudet

Magmakivet (1mg/kg - 15mg/kg (pl. turmaliini)), hiekka <4mg/kg,
Sedimenttikivet -> (20mg kalkkikivi-> hiekkakivet -> liuskeet-100mg/kg) -> savessa
korkeampia pitoisuuksia

Merisedimentit, jopa 500mg/kg

Boorimineraalit (matalissa lämpötiloissa syntyneet kivet, suolat)

Pintamaassa Skandinaviassa pitoisuudet matalia 2mg/kg yleinen

Peltojen pitoisuus noussut 1960-luvulta (0,36mg/kg kvl-B) 1980-luvulle (0,59
mg/kg kvl-B).

Nyt luomussa B-tasot ovat tipahtaneet: 40% lohkoilla on matalia B-pitoisuuksia
(OSMO-raportti)



Boori maassa - saatavuus


- Boori pidättyy
 - Humushappohin
 - Al^{3+} , Fe^{2+} ja (saviaines)
 - Ca^{2+} , (Mg^{2+} Na^{2+}) ioneihin
- Orgaaninen aines
- - Maatumattomassa kasviaineksessa yleensä pidätyskyky ja pitoisuus matalia
- - humushappo voi sitoa tiukasti – vapautuu hajotessaan vähitellen
- Maan pH vaikuttaa voimakkaasti pidätykseen -> kalkitus $pH < 6,5$ OK
- - (3)4-5, pidättyminen heikkoa
- - Yli 5, pidättyy humushappoihin
- - Yli 6 pidättyy kationeihin
- - Yli 10 vapautuu
- Sopiva kalkitus parantaa pidättymistä (estää huuhtoutumisen), liiallinen estää kasvien B ottoa
- Sulfaatti ja fosfaatti voivat parantaa saatavuutta
- Mitä matalampi kokonaispitoisuus, sitä suurempi osa pidättynyttä

Boori maassa – analyysit

- Kokonaispitoisuudet maasta, mitä matalampi kokonaispitoisuus, sitä suurempi osa pidättynyttä, kertoo osatotuuden
- Kuumavesiliukoinen Boori, nykyisin yleensä käytetty menetelmä (+CaCl₂).

Maa-analyysi								
kv/B mg/l	pH	Huono	Huononlainen	Välttävä	Tyydyttävä	Hyvä	Korkeahko	Arveluttavan korkea
Savimaat	<6,5	<0,3	0,3-0,5	0,5-0,8	0,8-1,2	1,2-1,7	1,7-2,5	>2,5
Muut maat	<6,5	<0,2	0,2-0,4	0,4-0,6	0,6-0,9	0,9-1,3	1,3-2	>2
Savimaat	>6,5	<0,4	0,4-0,6	0,6-0,9	0,9-1,3	1,3-1,8	1,8-2,6	>2,6
Muut maat	>6,5	<0,3	0,3-0,5	0,5-0,7	0,7-1	1-1,4	1,4-2,1	>2,1
Savimaat	>6,9	<0,5	0,4-0,7	0,7-1	1-1,4	1,4-1,9	1,9-2,7	>2,7
Muut maat	>6,5	<0,4	0,4-0,6	0,6-0,8	0,8-1,1	1,1-1,5	1,5-2,2	>2,2

- Muualla ja tutkimuksessa käytettyjä
- 5-vaiheinen sekventiaalinen uutto, Kuvaa eri fraktioissa kiinni olevia ravinteita
- 1) CaCl₂, vesiliukoinen = välittömästi käytössä oleva =
- 2) kaliumdivetyfosfaatti = pinnoille adsorboitunut =
- 3) Hapan ammoniumoksalatti = oksideissa olevan boori =
- 4) typpihappo-vetyperoksidi, (orgaanisista sidoksista) =
- 5) happo-fluorivety uutto = mineraaleissa yms. Kiinni oleva =
- Lannoiteboorista huuhtoutuu osa, mitä karkeampi maa (pH 3-5) – sitä enemmän kasveille hukkaa.
 - Metsästä arviolta jopa 60% huuhtoutunut (2,5kg/ha boraattina)
 - Lisää yleensä nopeasti liukoista osuutta



Boori
maassa –
Puutokselle
altistava

VÄHYYS

- Pääravinteiden runsaus / ravinne-epätasapaino
- Skandinaviassa luonnostaan matalat pitoisuudet
- 2 mg/kg kokonaispitoisuus = n. 3kg/ha

HUUHTOUTUMINEN

- Karkeat maat, vähän orgaanista ainesta
 - Helpohkosti huuhtoutuvat humidisissa oloissa
- Mantereisuus (meressä/sedimenteissä booria runsaasti)
- pH 4-5 huuhtoutumista tapahtuu
- Sateisuus,

SITOUTUMINEN MAAHAN

- Korkea pH >6,5, raju kalkitus
- Humushappolataus ilman booria
- Alumiini ja rauta-ionit, kalsium

BOORIN OTTO / LIIKKUMINEN

- Kuivuus, boorin otto ja liikkeet
- Märkä ja kylmä sää

Siirtyminen kasviin

MAASSA

Kasvi ottaa boorin veden mukana boorihappona

Boorin ottoa tapahtuu passiivisesti

Puutostilassa joissakin kasveissa käynnistyy aktiivinen otto auttamaan

Mykorritsat voivat ottaa ja siirtää kasviin

Kuivuus estää siirtymisen liukoiseen fraktioon maassa

Kuivuus ja kylmyys+kosteailma estävät haihtumisvirtauksen

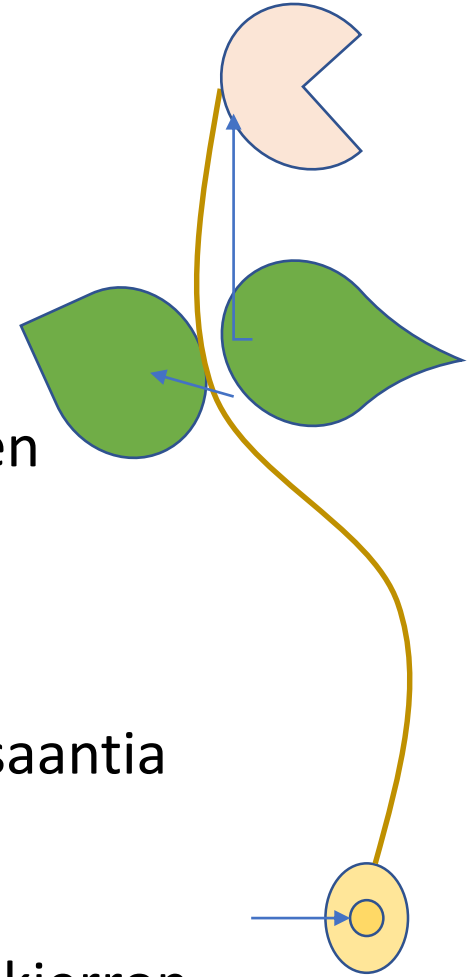
Kulkeutuminen kasvissa

Kulkeutuu haihtumisvirtauksen mukana

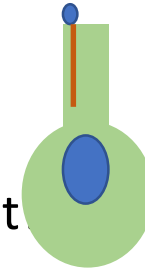
Voi kulkeutua nilavirtauksissa sokerialkoholien mukana
(lajityypillinen ominaisuus)

Kuivuus/kylmä+kosteä sää vähentää boorin saantia kasvin kärkikasvupisteissä

Matala booritila estää boorin kasvin sisäisen kierron



Vaikutukset kasvissa

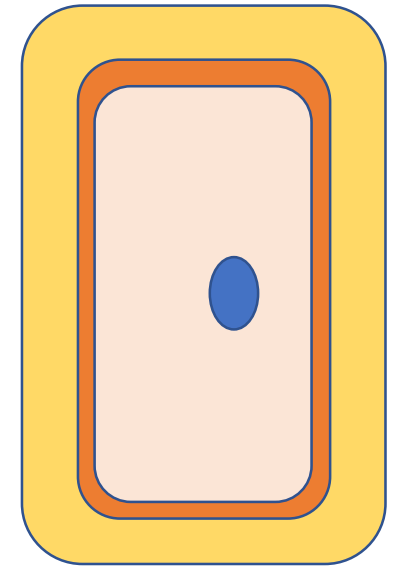


Boorin merkitys kasvin solunsisäisessä metaboliassa, aiemmat oletukset

- fenolien muodostumiseen /
- Sokerien muodostumiseen vaikuttaviin entsyymeihin?

Viimeaikainen tutkimus tukee ajatusta, että päärooli kasvin soluseinässä

- RG-II on pektiiniä, joka on tärkeä solunjakautumisvaiheessa ja solun kasvuvaiheessa sekä joissakin tiiviissä solurakenteissa (silmu, siemenet, juurinystryt)
- Boori kompleksoi RG-II:n pektiiniketjuja ja vaikuttaa soluseinän primäärisoluseinän rakenteeseen.
- Vaikuttaa tätä kautta solukalvoon ja solujen toimintaan
- RG-II häiriöt
 - > siiteputken muodostuminen (kukinnan onnistuminen)
 - > kärkikasvupisteet (juuret ja silmut)
 - > solujakautumisen pisteet (nila)
 - > typensidonta (nodulien muodostuminen ja rakenne)



-> Solunsisäiset vaikutukset pääosin seurausta rakenne-ongelmista

Boorin puutoksen tuntomerkkejä

- Hienojuuria vähän
- Mykorritsat puuttuvat
- Sahareunaiset lehdet
- Heikentynyt siementen itävyys
- Marjat ja hedelmät epämuodostuneita
- Silmut epämuodostuneita/kuolleita
- Lyhyt tähkä, vihneet kierteisiä
- Pölytys ei onnistunut
- Nuorimpien lehtien kärjet ruskettuneet, muuten vihreä
- Juuresten ydinmätä/onttous
- Usein kasvu on hyvä matalallakin booritasolla ja romahtaa sitten
- Ravinnepuutosten ilmestyessä reagointi yleensä myöhäistä



Kasvien erot

- Boorin käyttö
 - Booria sitovien rakenteiden määrä
 - Boorin sisäinen kierto (nilan nesteet)
- Kasvinäytettä otettaessa suuria virheitä
 - Apila-nurmiseos
 - Kasvinosien suhteelliset painot
- Eri kasvien osissa huimat erot
 - Siemenet – silmut – (lehdet) – varret
- Eri kasveissa huima ero
 - Öljykasvi >30 (25)mg/kg
 - (varsi 15mg/kg)
 - Apila >20mg/kg
 - (juurekset) 20-25mg/kg
 - Heinät >3mg/kg

mg/astia	Astiakoe maahan		Astiakoe taimille	
	B-pitoisuus rypsi		B-pitoisuus rypsi	
	Varret	Lehdet	Varret	Lehdet
0	13	22		
1	16	46	13	64
4	32	95	21	141
16	63	216		

Luke, Karila Nurmi E.		1. sato	2. sato
0-lannoitus	heinä	0/1,3	4,8
Agra13	heinä	1,4	8,1
Agra13+h	heinä	7,5	10
Agra13+h+ks	heinä	2,7	7,9
Agra13+ks	heinä	3,2	5,0
0-lannoitus	apila	32	30
Agra13	apila	28	31
Agra13+h	apila	31	31
Agra13+h+ks	apila	30	27
Agra13+ks	apila	30	28

Levitystapa

Tunnistaminen

- Maa-analyysi (Kuumavesiliukoinen B)
- Ennakointi aiemmista vuosista (oireet, aiemmat lannoitukset)
 - Poistuma (heinäkasvit 30 mg - apila, herne, öljykasvit 170 mg/ha)
- Kun B-puutosoireet näkyvissä, niin siemensatoa menetetty
- Mikäli ruiskutus, niin kasvukauden alussa, jotta vaikutetaan satoon
 - Lyhytaikainen vaikutus – maltillinen käyttömäärä
- Sijoituslannoitus on paras levitysmuoto
- Karkeat, happamat maat => hidasliukoisuus hyväksi
- pH-korkea + saatavuus huono (savi, rauta) => liukoisuus eduksi
- Pintalevityksessä viivettä 1-2v, (varsinkin kuivassa)
- Pienetkin, jatkuvat käyttömäärät parantavat tilannetta (lanta – AGRA – kuituliete – vihermassa (apila))
- Korjaus vs. varastolannoitus

Saarela 1984						
kg B /ha		Sijoitus	Pinta	Pinta 2v.	Ruiskutus	Uusinta 2v
0,07		18				
0,35					29	152
0,7		22			32	248
1,4		21	18	43		
2,8		27	18	41		

		Nurmi	Ap-SM-N
	B-annos	50-100g	150-200g
	Sijoitus	Pinta	
Liuoslannoitteet			
Ecolan Borea		1,5kg	3kg
Ecolan AGRA 8-4-4, 8-4-8		1kg	2kg
Kananlanta			
Puutuhkat			
Kiutuliete		0,8kg	

Kiinnostuneille muutama kirjallisuusvinkki:

Saarela, MTTK tiedote 19/1984

<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/229450/Raportteja171.pdf?sequence=1>

Linse ym 2015, Agricultural and food science 24:261-272

Wimmer ym 2019; New Phytologist, forum

Miwa&Fujiwara 2010, Annals of Botany 105/7: 1103-108

Lehto ym. 2004, Mycorrhiza 14: 209-212

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC144211/pdf/110661.pdf>

<https://agriculture.borax.com/crop-guides/root-and-tuber-crops/carrot>

http://mtvernon.wsu.edu/wp-content/uploads/2016/01/Boron-mobility-in-plants-Brown-and-Shelp-1997-Plant-and-Soil-193_85-101.pdf

<https://repository.cimmyt.org/xmlui/bitstream/handle/10883/1141/26347.pdf>

<https://www.agriculturejournals.cz/publicFiles/229805.pdf>

<https://www.nrcresearchpress.com/doi/pdf/10.4141/cjss96-060>

<https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/01140670909510254>

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/tpj.12511>

https://www.researchgate.net/publication/262301447_Influence_of_Boron_and_Farmyard_Manure_on_Available_Boron_and_Exchangeable_Calcium_and_their_Removal_by_Cauliflower_in_the_Boron-deficient_Soils_of_Himachal_Pradesh

<https://academic.oup.com/aob/article/105/7/1103/148852>

https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-58392013000200015

<https://helda.helsinki.fi/bitstream/handle/10138/229450/Raportteja171.pdf?sequence=1>