

Matti Erjala
Sokerijuurikkaan Tutkimuskeskus
Korvenkyläntie 201
25170 KOTALATO
matti.erjala@danisco.com

Suurten akselipainojen vaikutus sokerijuurikaspellon tiivistymiseen

Suurten akselipainojen projekti

Suuret akselipainot-projektissa selvitetään sokerijuurikkaan korjuukoneen painon vaikutusta sokerijuurikkaan tuotantoon. Koemateriaali kerätään käytännön viljelmiltä, joissa yksirivisillä korjuukoneilla nostettuja lohkoja verrataan kuusirivisillä nostettuihin.

Johdanto

Sokerijuurikas on syväjuurinen kasvi, jonka juuret kuohkeassa maassa, ulkomaisten tutkimusten mukaan, saattavat ulottua jopa 180 - 250 cm syvyyteen asti (Wadleigh 1950). Suomessa kokemustemme mukaan juuriston syvyys ulottuu selvästi matalammalle tasolle (30 - 150 cm).

Sokerijuurikas on vaativa viljelyskasvi, jonka sadontuottokyky on parhaimmillaan maassa, joka täyttää seuraavat vaatimukset:

1. Oikea maalaji

a. Hietasavi (HtS), b. Liejusavi (LjS), Aitosavi (AS), Hiuesavi (HeS) c. Hieno hieta (HHt), Karkea hieta (KHt), Hiue (He) ja eloperäiset maat d. Hiesusavi (HsS), Hiesu (Hs), Hieno hiekka (HHk)

2. Hyvin ojitettu

Suomalaisen sokerijuurikkaan sadontuottokykyä rajoittaa eniten kasvukautemme lyhyys. Kasvukauden pituus on tekijä, johon voidaan vaikuttaa merkittävästi. Kuten prof. Tuomo Karvonen väitöskirjassaan totesi, hyvin ojitetuille pelloille päästään kylvöille jopa useita viikkoja aikaisemmin kuin huonosti ojitetuille pelloille. Tämän ovat todenneet myös useimmat sokerijuurikkaanviljelijät, jotka ovat voimakkaasti investoineet pellon ojituksen parantamiseen. Hyvin ojitetuilla pelloilla kasvukausi pitenee sekä alusta että lopusta.

3. Neutraali maa

Sokerijuurikkaan happamuuden sietokyky on hyvin heikko. Mitä happamampi maa, sitä kituliaammin sokerijuurikas kasvaa.

4. Kuohkea ruokamultakerros

Savimaan ruokamullan pitäisi ennen kaikkea olla ilmavaa (ilmahuokosia > 10 %), jotta sokerijuurikkaan hiussuonet kykenisivät tehokkaasti hyödyntämään maassa olevia vesi- ja ravinnevaroja (Aura 1974 ja 1983).

5. Jankko ja pohjamaa huokoisia

Sadontuottokyvyltään hyvälle maille on tyypillistä, että ruokamultakerroksen lisäksi jankko ja pohjamaa ovat kunnossa. Jankossa pitää olla juuren mentäviä aukkoja, jotta juuristo kykenee tunkeutumaan pohjamaahan. Pohjamaan pitää olla riittävän huokoinen, jotta juuret kykenevät tarpeen vaatimissa etenemään syvemmälle maaprofiilissa. Etenkin pitkien poutajaksojen aikana juurten mahdollisuus kasvaa pohjamaahan on ensiarvoisen tärkeää.

Ruokamultakerroksen rakenne- ja tiivistymisongelmat ovat usein korjattavissa. Jankon ja pohjamaan rakenne ja tiivistymisongelmat ovat astetta vaikeampia kuin ruokamultakerroksen, sillä jankon ja pohjamaan aiheutettu vaurio näyttäisi olevan suhteellisen pysyvää tai jopa peruuttamatonta (Alakukku

1997). Ruotsissa on mm. prof. Inge Håkansson todennut, että nykyinen mekanisoitu viljelytekniikka on tiivistänyt koko olemassaolonsa aikana Ruotsin sokerijuurikaspeltojen jankkoa siinä määrin, että se jo merkittävästi alentaa nykyisiä juurikassatoja (1996). Suomessa vastaavaa selvitystä ei ole tehty. Kaikki tämä antaa viitteitä siitä, että jos haluamme pitää omien peltojemme sa- dontuottokyvystä kiinni, meidän on jatkossa huolehdittava myös siitä, että jankon ja pohjamaan asiat ovat kunnossa.

Jankon ja pohjamaan rakennevaurioiden vakavuus johtuu usein vain kahdesta eri tekijästä; olo- suhteista ja akselipainosta. Pohjamaan vaurioitumisriski kasvaa, jos 5 tonnin akselipaino ylittyy maan ollessa märkää (Andersson & Håkansson 1966). Suomalaisillekin pelloille ovat tulleet 6-riviset itsekulkevat korjuukoneet, joiden akselipaino saattaa nousta jopa 20 tonniin. On aivan selvää, että pohjamaan vaurioitumisriski on olemassa, ainakin nykyisen tietämyksen valossa, meidän ohutmu- taisilla juurikaspelloillamme, jos käytetään näin suuria nostokoneita.

6. Maan fosforireservit riittävät

Sokerijuurikkaan nopean alkukehityksen vuoksi on tärkeää, että maan fosforireservit ovat riittävät (P-luku > 20 mg/l maata)(Allison & Chapman 1995).

Aineisto ja menetelmät

Vuonna 1999 perustettiin ns. suurten akselipainojen projekti, jonka tavoitteena on osoittaa korjuuko- neen akselipainon vaikutus maan rakenteeseen ja satoon. Työryhmän asiantuntijaksi kutsuttiin eri- koistutkija Laura Alakukku Maa - ja elintarviketalouden tutkimuskeskuksesta Jokioisista. Hän on tehnyt väitöskirjansa suurten akselipainojen vaikutuksesta maan rakenteeseen, joten hänen suostu- muksensa projektin asiantuntijajäseneksi oli tietenkin meille ensiarvoisen tärkeää.

Valitsimme maaperäolosuhteiltaan 22 mahdollisimman samanlaista lohkoparia, jotka erosivat merkittävästi toisistaan vain nostotavan mukaan. Toinen oli nostettu 1-2 rivisellä korjuukoneella ja toinen 6-rivisellä korjuukoneella. Lohkoparit sijaitsivat kaikki savimailla Salon lähiympäristössä ja Vakka-Suomessa. Vuonna 2000 syksyllä mukaan otettiin 5 kevyen maan lohkoparia Hämeestä. Jo- kaiselta lohkolta on valittu neljä eri kohtaa, joista tehdään vuosittain tarvittavat mittaukset, näytteet- notot sekä koekorjuut. Koejärjestely on sellainen, että näkemyksemme mukaan pääsemme kiinni sii- hen, onko akselipainolla ja nosto-olosuhteilla merkitystä sokerijuurikaspellon tuottokuntoon. Projek- ti on monivuotinen, jotta näkisimme kehityksen suunnan ja nopeuden.

Vuosittain kaikilta lohkoilta kerätään talteen kaikki se taustatieto, joka mahdollisesti on ollut vai- kuttamassa sadon määrään ja laatuun.

Tulokset ja tulosten tarkastelu

Vuoden 2001 koemateriaalin analysointi ja laskenta on vielä pahasti kesken, joten tässä yhteydessä on turvauduttava pääasiassa vuoden 2000 tuloksiin. Vuonna 2000 oli vain 17 parivertailua, joilta korjattiin sokerijuurikassato.

Tässä yhteydessä on mielenkiintoista tarkastella niitä viittä paria, joista ei saatu täydellistä pari- vertailua v. 2000.

	1-rivinen	6-rivinen
Pari 11	Sokerijuurikas	Vilja
Pari 12	Sokerijuurikas	Herne
Pari 14	Sokerijuurikas	Vilja
Pari 16	Sokerijuurikas	Sokerijuurikas
Pari 21	Sokerijuurikas	Vilja

Parien 11, 12 ja 14 kohdalla 6-rivisille lohkoille kylvettiin välikasvi hyvin todennäköisesti sen vuok- si, ettei pelto muokkautunut kunnolla keväällä, jotta se olisi kelvannut sokerijuurikkaan kylvöalus- taksi. Ruokamultakerroksen mururakenne oli ilmeisesti näissä tapauksissa pahasti vaurioitunut edel- lisen syksyn märissä nosto-olosuhteissa. Pari 16 kohdalla 6-rivisellä nostettu lohko nostettiin vahin- gossa koneella ennen kuin ehdimme tehdä koeruutujen korjuut ko. lohkolta. Parin 21 kohdalla 6-ri- visen lohkon viljelijä oli jo

etukäteen ilmoittanut meille, että hän noudattaa ko. lohkolta sopivaksi katsomaansa viljelykiertoa.

Kuten taulukoista 1 ja 2 voidaan havaita, niin tässä yhteydessä tarkasteltavat lohkoparit olivat maaperäominaisuuksiensa suhteen lähes identtiset. Lohkoparien valitsemisessa käytimme hyväksi paikallisen juurikaskonsulentin asiantuntemusta. Aika usein vertailulohkot erottaa toisistaan vain oja.

Taulukko 1. Pinta- ja pohjamaan maalajitefraktiot

	0 - 30 cm		30 - 60 cm	
	1-riv.	6-riv.	1-riv.	6-riv.
Humus-%	9.5	7.2	3.9	3.8
Sr-%	0.9	0.3	0.1	0.1
KHk-%	2.7	2.2	1.6	1.0
HHk-%	2.9	3.1	2.2	2.5
KHt-%	17.4	17.5	13.0	14.0
HHt-%	12.0	12.1	11.6	10.5
KHs-%	11.4	11.1	10.4	11.0
HHs-%	11.2	11.8	11.7	11.9
S-%	41.5	41.9	49.2	49.1

Taulukko 2. Pinta- ja pohjamaan viljavuustiedot

	0 - 30 cm		30 - 60 cm	
	1-riv.	6-riv.	1-riv.	6-riv.
pH	6.94	6.79	5.98	6.01
P mg/l	53.0	46.4	9.3	14.3
K mg/l	169	177	157	168
Na mg/l	40.5	47.2	36.9	45.8
Mg mg/l	237	249	479	462
Ca mg/l	4521	3975	2121	2273
Johtoluku	2.38	2.15	1.91	1.99

Taulukko 3. Satotiedot v. 2000

		1-riv.	6-riv.	F-arvo
Juurisato	t/ha	40.8	40.8	0.00
Sokerisato	kg/ha	7110	7206	0.34
Kiteytyvä sokerisato	kg/ha	5981	6080	0.51
Juurikkaita	1000 kpl/ha	97.6	104.0	13.39***
Sokeri-%		17.42	17.67	7.80**
Amino-N mg/100 g.j.		21.2	19.5	4.00*
Kalium me/100 g.j.		4.87	4.85	0.05
Natrium me/100 g.j.		0.76	0.74	0.15
Saanto-%		84.1	84.4	1.29

Kuten taulukosta 3 voidaan havaita, niin juurisato, sokerisato ja kiteytyvä sokerisato olivat kummas- sakin ryhmässä yhtäsuuret. Kasvutiheys 6-rivisten ryhmässä on ollut kuitenkin jostakin syystä selvästi korkeampi kuin 1-rivisten ryhmässä (+6.6 %). Tämä on heijastunut sokerijuurikkaan laatu- arvoihin siten, että 6-rivisten ryhmän juurikkaat ovat olleet merkittävästi sokeripitoisempia ja ne ovat sisältäneet vähemmän sokerin saantoa haittaavia epäpuhtauksia - aminotyyppiä, kaliumia ja natriumia kuin 1-rivisten ryhmän juurikkaat.

Penetrometrimittaukset tehtiin kaikilta lohkoilta pääosin kesä-heinäkuun aikana sekä v. 2000 että 2001. Lohkoparit mitattiin aina saman päivän aikana, jotta maan kosteustila ei aiheuttaisi tuloksiin systemaattista virhettä. Mittaus tehtiin metallisauvalla, jonka päässä oli halkaisijaltaan 12.8 mm:n kartio. Kullakin lohkolta oli 4 ennalta valittua mittauskohdtaa, jotka ovat pysyviä koko projektin ajan. Mittaus aloitettiin riviltä 3 ja lopetettiin riville 17. Mittauksia tehtiin 15 kpl/ruutu. Kerranneruutuja lohkolta oli neljä, joten koko lohkolta tehtiin vuosittain 60 mittauspistoa. Sauva työnnettiin kohti- suoraan maahan ja mitattiin työntövoima 3.5 cm:n välein aina 52.5 cm:n syvyyteen asti. Yksi pisto tuotti 15 lukua. Lohkolta saatiin siis yhteensä 15*60=900 lukua/vuosi. Tulokset on esitetty taulukossa 4. Ensimmäisenä vuonna suurten akselipainojen tiivistymä näkyi sekä pinta että pohjamaassa.

Toisena vuonna vaikutus on edelleen kumuloitunut (Alakukku & Elonen 1995).

Taulukko 4. Penetrometrimittausten tulokset v. 2000 ja 2001. 6-rivinen verrattuna 1-riviseen. 15 täydellistä paria.

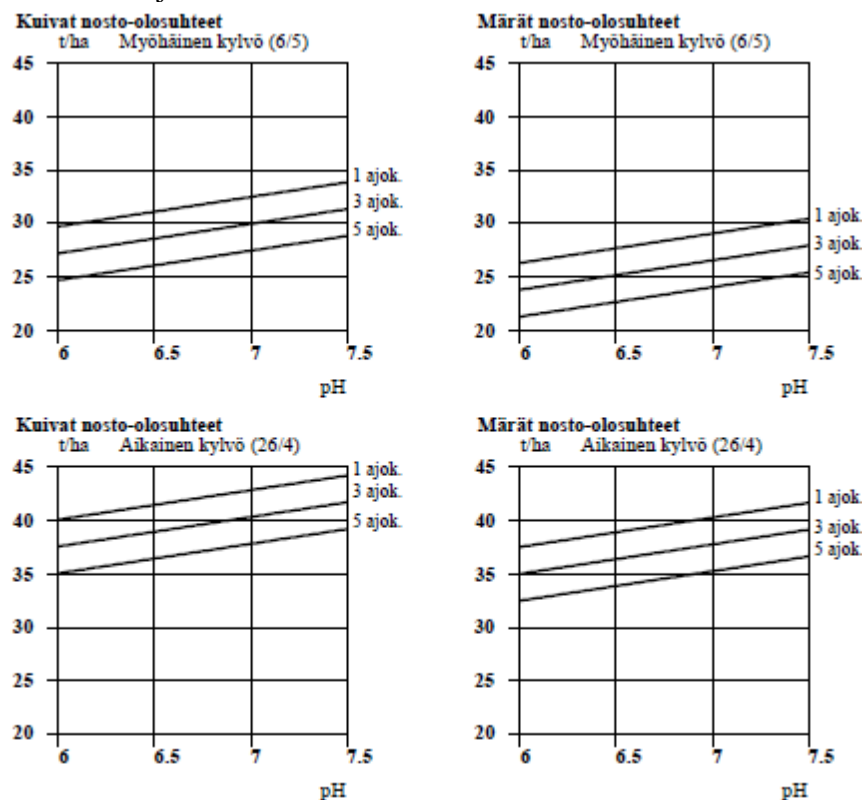
Mittaussyvyys cm	v. 2000		v. 2001	
	Sanallisesti	F-arvo	Sanallisesti	F-arvo
3.5	Yhtäsuuri	0.64	Tiiviimpi	4.19*
7.0	Kuohkeampi	49.08***	Yhtäsuuri	2.27

10.5	Tiiviimpi	10.94 ^{***}	Tiiviimpi	37.12 ^{***}
14.0	Tiiviimpi	28.68 ^{***}	Tiiviimpi	71.10 ^{***}
17.5	Tiiviimpi	15.98 ^{***}	Tiiviimpi	51.03 ^{***}
21.0	Tiiviimpi	7.07 ^{**}	Tiiviimpi	10.07 ^{***}
24.5	Yhtäsuuri	3.49	Yhtäsuuri	0.93
28.0	Kuohkeampi	30.21 ^{***}	Kuohkeampi	20.80 ^{***}
31.5	Yhtäsuuri	1.51	Yhtäsuuri	0.00
35.0	Yhtäsuuri	3.61	Tiiviimpi	11.57 ^{***}
38.5	Tiiviimpi	28.27 ^{***}	Tiiviimpi	20.87 ^{***}
42.0	Tiiviimpi	26.70 ^{***}	Tiiviimpi	37.01 ^{***}
45.5	Tiiviimpi	32.46 ^{***}	Tiiviimpi	57.57 ^{***}
49.0	Tiiviimpi	41.11 ^{***}	Tiiviimpi	59.43 ^{***}
52.5	Tiiviimpi	42.26 ^{***}	Tiiviimpi	49.36 ^{***}

Kuten jo johdannosta kävi ilmi, niin sokerijuurikkaan kasvuun vaikuttavat hyvin monet ulkoiset tekijät. Regressioanalyysin keinoin haettiin kaikki ne tekijät, jotka merkittävästi vaikuttivat juurisadon vaihteluun eri paikkojen kesken. Analyysin mukaan vuoden 2000 juurisadon vaihtelua aiheuttivat tiivistöllisellä varmuudella seuraavat tekijät (kuva 1):

1. Kylvöajankohta (kasvukauden pituus)
2. Ruokamultakerroksen pH (maan happamuus)
3. Nosto-olosuhteet edellisenä syksynä (maan rakenne)
4. Ajokertojen määrä toukokuun aikana (maan tiivistyminen)

Tulos on ennako-odotusten mukainen. Kasvukauden pituus, maaperän kemialliset ja fysikaaliset ominaisuudet ratkaisevat juurisadon määrän.



Kuva 1. Juurisadon vaihtelun selittävät tekijät ($R^2 = 54.8$)

Johtopäätökset

Suuret akselipainot-projektissa selvitetään sokerijuurikkaan korjuukoneen akselipainon vaikutusta sokerijuurikkaan tuottokuntoon. Tähänastiset tulokset osoittavat, että suurten akselipainojen tiivistävä vaikutus näkyy savimaiden maaprofiilissa heti ensimmäisenä vuonna ja toisena vuonna tiivistymä on edelleen voimistunut etenkin pohjamaassa. Satotuloksiin akselipainolla ei näyttänyt olevan mitään vaikutusta ensimmäisenä vuonna.

Raskaiden koneiden aiheuttamat maan rakenneauriot näyttäisi olevan niin hidas prosessi, että riittävän selkeiden tulosten saanti edellyttää projektin tavoitteiden mukaisesti vähintään 4 vuoden tarkastelujaksoa.

Projektin sivutuotteena on voitu osoittaa kylvöajan, maan happamuuden ja maan rakenteen merkittävä vaikutus sokerijuurikkasadon määrään.

Kirjallisuus

Wadleigh, C.H. 1952: J. Am. Soc. Sugar Beet Technol., 7, 15

Andersson, S. & Håkansson, I. 1966: Markfysikaliska undersökningar i odlad jord. Grundförbättring 19,3: 191-228

Aura, E. 1974: Juurikkaan rakenteen parantaminen. SaSon Uutiset 4: 5-8

Aura, E. 1983: Soil compaction by the tractor in spring and its effect on soil porosity. J. Soc. Sci. Agric. Finl. 55: 91-107

Alakukku, L. & Elonen, P. 1995: Cumulative compaction of a clay loam soil by annually repeated field traffic in autumn

Allison, M. & Chapman, J. 1995: The role of phosphate in beet crop nutrition. British Sugar Beet Review 63 (4), 12-14.

Håkansson, I., Grath, T. and Olsen, H.J. 1996: Influence of machinery traffic in Swedish farm fields on penetration resistance in the subsoil. Swedish J. agric. Res. 26: 181-187

Alakukku, L. 1997: Long-term soil compaction due to high axle load traffic. Agricultural Research Centre of Finland, Institute of Crop and Soil Science