

# Viljasadon laadun muutokset KTTK:n Viljaotannassa

Tapio Salo<sup>1)</sup>, Lauri Jauhiainen<sup>2)</sup> ja Mirja Kartio<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>MTT, Ympäristöntutkimus, Maaperä ja ympäristö, 31600 Jokioinen, [tapio.salo@mtt.fi](mailto:tapio.salo@mtt.fi)

<sup>2)</sup>MTT, Tutkimuspalvelut, Tietopalvelut, 31600 Jokioinen, [lauri.jauhiainen@mtt.fi](mailto:lauri.jauhiainen@mtt.fi)

<sup>3)</sup>KTTK, Viljalaboratorio, 00500 Helsinki, [mirja.kartio@kttk.fi](mailto:mirja.kartio@kttk.fi)

## Johdanto

Ympäristötuen ehtojen mukaisten lannoitustasojen on eräissä arvioissa pelätty alentavan vilja-sadon laatua. Tässä tutkimuksessa arvioitiin ympäristötuen ehtojen mukaisten lannoitustasojen vaikutusta viljasadon laatuun analysoimalla Kasvintuotannon tarkastuskeskuksen (KTTK) viljalaboratorion otantatutkimuksen tuloksia vuosilta 1990–2001. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää typpi- ja fosforilannoitustasojen ja tärkeimpien laatutekijöiden muutokset kasvilajeittain ympäristötuen aikana. Lisäksi tarkasteltiin voidaanko aineistosta havaita lannoitustasojen muutoksen vaikutusta laatutekijöihin.

## Aineisto ja menetelmät

KTTK:n viljalaboratorio on jo vuodesta 1966 lähtien seurannut viljasadon laatua. Laatuseuranta perustuu viljelijöiden lähettämien viljanäytteiden analysointiin. Näytteistä määritetään mm. tuhannen siemenen ja hehtolitrainpaino, itävyys, valkuaispitoisuus, rikkapitoisuus ja leipäviljojen sakoluku, sitkopiitoisuus sekä zeleny-luku. Samalla tiloille lähetetään kyselylomake, jossa kysytään mm. maalaji, lajike ja lannoitus. Otannan keskiarvotulokset on julkaistu vuosittain (KTTK 199X; KTTK 200X), mutta yksittäisten kyselytietojen kuten lannoitustasojen vaikutusta tulokseen ei ole analysoitu.

Tilastollisen analyysimenetelmän etsiminen aloitettiin vuosien 1990–2000 kaura-aineistolla, jossa havaintoja oli noin 5200. Tutkittaessa vuoden vaikutusta lannoitustasoihin valittiin tilastollinen malli, jossa satunnaisvaikutteisia tekijöitä olivat lajike ja maaseutukeskus. Lajikkeen ja maaseutukeskuksen yhdysvaikutuksen lisääminen malliin ei ollut tilastollisessa mielessä tarpeellista. Kaura-aineistossa typpilannoitus aleni vuosien 1990–1994 keskiarvosta 90 kg/ha vuosien 1995–2000 keskiarvoon 84 kg/ha ( $p < 0,001$ ). Fosforilannoitus aleni vastaavasti 21:stä kg/ha 15:een kg/ha ( $p < 0,001$ ). Fosforilannoitukselle tehtiin logaritimuunnos jakauman normalisoimiseksi.

Koska lannoitustasoissa tapahtui muutos vuosien 1990–1994 ja 1995–2000 välillä, tutkittiin samalla tilastollisella mallilla myös hehtolitrain ja tuhannen siemenen painon ja itävyyden muutoksia kyseisten ajanjaksojen välillä. Hehtolitrainpainossa muutos oli tilastollisesti merkitsevä ( $p < 0,005$ ), mutta pieni (56,0 kg vs. 55,7 kg). Vuosien 1998–2000 hehtolitrainpainojen keskiarvo oli kuitenkin vain 54,4 kg. Tuhannen siemenen paino pieneni ensimmäisen ympäristötukikauden (1995–2000) aikana 32,1 grammasta 31,4 grammaan. Koska itävyys esitetään prosentteina, sille tehtiin arkussinineliojuurimuunnos. Itävyys oli noussut tarkastelujaksojen välillä 83:sta 87 %:iin

Jotta lannoitustasojen todellista vaikutusta laatutekijöihin voitaisiin analysoida, siirryttiin käyttämään satunnaiskertomista regressiomallia (Littell et al. 1996, s. 253–266). Mallissa jokaiselle maaseutukeskuksen ja vuoden kombinaatiolle annettiin estimoitua oma lannoituksen vaikutus, mutta samainen malli pystyy määrittämään myös keskimääräisen vaikutuksen yli vuosien ja maaseutukeskusten. Malliin lisättiin lajike kovariaattina. Keskimäärin yhden typpikilon vaikutus hehtolitrain painoon oli 0,0068 kg. Typpilannoitukselle ja itävyydelle löydettiin heikko negatiivinen yhteys. Tuhannen siemenen painoon typpilannoituksella ei ollut merkitystä. Fosforilannoituksella ei havaittu vaikutusta hehtolitrain ja tuhannen siemenen painoon.

Koska maalaji vaikuttaa typpilannoitussuositukseen, päätettiin maalaji ottaa lannoitussuosituksen mukaisella savi-, hieta- ja multamaat luokittelulla mukaan lannoitustasojen laatutekijöiden vertailuun. Kuten oletettiin, typpilannoitus oli laskenut kivennäismailla, mutta pysynyt ennallaan eloperäisillä mailla (Taulukko 1). Valituilla tilastollisilla menetelmillä analysoitiin kauran, kevätvehnän, mallasohran, rehuohran, rukiin ja syysvehnän typpi- ja fosforilannoitustasojen sekä tärkeimpien laatutekijöiden muutokset vuosien 1990–1994 ja 1995–2001 välillä.

Taulukko 1. Kauran typpilannoitustasot maalajeittain.

Vuosi	Typpilannoitus (kg/ha)		
	Savimaat	Hieta-Hiekka	Eloperäiset
1990	87,7	92,8	75,2
1991	97,2	97,9	77,6
1992	92,2	85,9	78,4
1993	93,1	90,4	76,1
1994	95,6	96,3	74,5
1995	86,8	95,2	75,2
1996	86,2	87,6	76,1
1997	85,4	81,8	77,7
1998	84,8	85,9	72,7
1999	85,6	85,2	75,0
2000	85,0	82,9	75,4
90–94	93,2	92,6	76,4
95–00	85,7	86,5	75,4
muutos	-7,5	-6,2	-1,0

Fosforilannoitus ei luonnollisesti muuttunut maalajin vaikutuksesta, koska viljavuusanalyysin tulokset ratkaisevat yleensä fosforilannoituksen. Maalajin huomioon ottaminen ei selittänyt vaihtelua, joten maalaji jätettiin pois fosforia tarkasteltaessa.

## Tulokset ja tulosten tarkastelu

### Lannoitustasojen muutokset

Typpilannoitus on vähentynyt ympäristötuen (1995–2001) aikana selvästi (Taulukko 2). Savimailla typpilannoitus on laskenut 7–27 kg/ha. Fosforilannoitus on vähentynyt lähes 30%, ja kivennäismailla väheneminen on 5–11 kg/ha (Taulukko 3). Ympäristötuen myötä lannoitteiden käyttö on siis alentunut lannoitussuosituksen mukaisesti. Ajanjakson 1995–2001 typpilannoitukset ovat hyvin lähellä perustason mukaisia suosituksia ja samoin fosforilannoitus on lähes perustason mukainen 15 kg/ha.

Taulukko 2. Typpilannoituksen keskiarvo (kg/ha) maalajeittain ajanjaksoina 1990–1994 ja 1995–2001. (Tummennetuissa luvuissa ero on tilastollisesti merkitsevä,  $p < 0,05$ .)

	Savet		Hieta, hiekka		Mult- ja turvemaat	
	1990–1994	1995–2001	1990–1994	1995–2001	1990–1994	1995–2001
Kaura	<b>93</b>	<b>86</b>	<b>93</b>	<b>86</b>	76	75
Kevätvehnä	<b>113</b>	<b>99</b>	<b>107</b>	<b>93</b>	<b>98</b>	<b>90</b>
Mallasohra	<b>102</b>	<b>93</b>	<b>97</b>	<b>90</b>	<b>86</b>	<b>75</b>
Ohra	<b>97</b>	<b>86</b>	89	87	79	76
Ruis	<b>114</b>	<b>84</b>	91	79	<b>107</b>	<b>70</b>
Syysvehnä	<b>155</b>	<b>128</b>				

Taulukko 3. Fosforilannoituksen keskiarvo (kg/ha) maalajeittain ajanjaksoina 1990–1994 ja 1995–2001. (Tummennetuissa luvuissa ero on tilastollisesti merkitsevä,  $p < 0,05$ .)

	Savet		Hieta, hiekka		Mult- ja turvemaat	
	1990–1994	1995–2001	1990–1994	1995–2001	1990–1994	1995–2001
Kaura	<b>21,3</b>	<b>15,0</b>	<b>23,3</b>	<b>15,8</b>	<b>22,0</b>	<b>14,6</b>
Kevätvehnä	<b>22,3</b>	<b>15,3</b>	<b>21,5</b>	<b>15,9</b>	<b>21,5</b>	<b>15,7</b>
Mallasohra	<b>20,3</b>	<b>15,0</b>	<b>20,6</b>	<b>15,8</b>	<b>22,5</b>	<b>15,3</b>
Ohra	<b>21,8</b>	<b>15,9</b>	<b>23,5</b>	<b>17,8</b>	<b>22,1</b>	<b>16,7</b>
Ruis	<b>26,0</b>	<b>14,8</b>	20,3	17,0	<b>28,2</b>	<b>15,7</b>
Syysvehnä	<b>24,0</b>	<b>13,4</b>				

### Laatutekijöiden muutokset

Verrattaessa ajanjaksoja 1990–1994 ja 1995–2001 havaitaan viljojen hehtolitrainpainon ja tuhannen siemenen painon alentuneen tilastollisesti merkitsevästi kaikilla tutkituilla lajeilla (Taulukko 4).

Taulukko 4. Viljojen laatutekijöiden keskiarvot ajanjaksoina 1990–1994 ja 1995–2001. (Tummennetuissa luvuissa ero on tilastollisesti merkitsevä,  $p < 0,05$ .)

		Hehtolitrain- paino kg	1000 siemenen paino g	Itävyys %	Valkuainen %
Kaura	1990–94	<b>56,3</b>	<b>32,5</b>	<b>83</b>	<b>13,1</b>
	1995–2001	<b>55,6</b>	<b>31,6</b>	<b>87</b>	<b>13,0</b>
Kevätvehnä	1990–94	<b>79,3</b>	<b>35,8</b>	<b>73</b>	<b>13,7</b>
	1995–2001	<b>78,5</b>	<b>34,0</b>	<b>83</b>	<b>13,2</b>
Mallasohra	1990–94	<b>70,5</b>	<b>45,2</b>	92	11,9
	1995–2001	<b>67,5</b>	<b>41,2</b>	92	12,0
Ohra	1990–94	<b>65,7</b>	<b>38,8</b>	<b>89,6</b>	12,3
	1995–2001	<b>63,7</b>	<b>36,1</b>	<b>90,4</b>	12,2
Ruis	1990–94	<b>74,5</b>	<b>25,9</b>	<b>72</b>	11,5
	1995–2001	<b>73,2</b>	<b>24,3</b>	<b>81</b>	11,3
Syysvehnä	1990–94	<b>81,0</b>	<b>39,7</b>	<b>85</b>	<b>12,3</b>
	1995–2001	<b>79,8</b>	<b>37,4</b>	<b>86</b>	<b>12,0</b>

Satunnaiskertoimisella regressiomallilla havaittiin typpilannoituksella lievä positiivinen vaikutus valkuaispitoisuuteen ja hehtolitrainpainoon (Taulukko 5). Vaikutukset olivat kuitenkin pieniä, sillä 10 kg/ha lisäys typpilannoituksessa lisäsi valkuaispitoisuutta 0,04–0,06 % ja hehtolitrainpainoa 0,05–0,10 kg. Tuhannen siemenen painoon typpilannoitus vaikutti kevätvehnällä ja ohralla. Fosforilannoituksella havaittiin vaikutusta kauran valkuaispitoisuuteen, rukiin hehtolitrainpainoon ja ohran sekä rukiin tuhannen siemenen painoon (Taulukko 6).

Taulukko 5. Yhden typpilannoituskilon vaikutus laatutekijöiden arvoon (– = ei pystytty analysoimaan, ns = ei tilastollista vaikutusta).

Viljelykasvi	Valkuaispitoisuus (%)	Hehtolitrainpaino (kg)	1000 siemenen paino (g)
Kaura	0,0036	0,0053	ns
Kevätvehnä	0,0057	0,0122	0,0062
Mallasohra	0,0053	0,0072	ns
Ohra	–	0,0142	0,0088
Ruis	ns	ns	ns
Syysvehnä	0,0056	ns	ns

Taulukko 6. Yhden fosforilannoituskilon vaikutus laatutekijöiden arvoon (– = ei pystytty analysoimaan, ns = ei tilastollista vaikutusta).

Viljelykasvi	Valkuaispitoisuus (%)	Hehtolitrainpaino (kg)	1000 siemenen paino (g)
Kaura	0,0028	ns	ns
Kevätvehnä	ns	ns	ns
Mallasohra	ns	ns	ns
Ohra	–	ns	0,0208
Ruis	ns	0,0106	0,0190
Syysvehnä	ns	ns	ns

## **Johtopäätökset**

Typpilannoitustasot ovat alentuneet Viljaotanta-aineiston mukaan eri viljoilla N 6–25 kg/ha ja fosforilannoitustasot vastaavasti P 5–10 kg/ha. Viljojen hehtolitrin- ja tuhannen siemenen painot ovat vuosina 1995–2001 olleet alhaisemmat kuin 1990–1994. Alentuneet typpi- ja fosforilannoitus selittivät kuitenkin näiden laatutekijöiden heikkenemisestä vain pienen osan. Laatutekijöiden muuttumiseen ajan funktiona vaikuttavat tarkasteltavana olevalla lyhyellä aikajaksolla lannoitustasojen alenemisen lisäksi mm. säätekijät ja muut viljelyssä tapahtuneet muutokset. Tarkasteluajanjakson pidentyminen vuoteen 2005 vähentää säätekijöiden vaikutusta. Tutkittaessa typpilannoituksen suoraa vaikutusta laatutekijöihin, vaikutus oli usein tilastollisesti merkitsevä mutta vähäinen. Esimerkiksi kauran valkuaispitoisuuden 0,2 % aleneminen edellyttää regressiomallin mukaan jo 56 (46–68) kg/ha vähennystä typpilannoituksessa. Kauran hehtolitrinpainon väheneminen 0,8 kg:lla vaatisi jo 150 (113–223) kg/ha eron yksinään typpilannoituksessa.

Korkeampi fosforilannoitus ei satunnaiskertoimisen regressiomallin mukaan tuottanut parempaa laatua. Korkeat fosforilannoitustasot voivat kuitenkin olla seurausta maan alhaisesta fosforiluvusta, ja alhaisten fosforilannoitustasojen lohkojen maan fosforiluku voi olla korkea, mikä heikentää satunnaiskertoimisen regressiomallin luotettavuutta fosforilannoituksen vaikutusta analysoitaessa.

Viljaotannasta mitatussa laadussa voidaan havaita selvää heikkenemistä vuosien 1995–2001 aikana. Laadun heikentymistä ei kuitenkaan voida suoraan kytkeä alentuneeseen lannoitukseen vaan todennäköisesti pääsiallisena syynä on useiden tekijöiden kuten, epäedullisten kasvukausien, vähenyneen kasvinsuojelun ja perusparannusten yhteisvaikutus.

## **Kirjallisuus**

**KTTK 199X.** Viljaseula 199X. Kasvintuotannon tarkastuskeskus. Viljalaboratorio. Helsinki.

- **200X.** Viljaseula 200X. Kasvintuotannon tarkastuskeskus. Viljalaboratorio. Helsinki.

**Littell, R.C., Milliken, G.A., Stroup, W.W. & Wolfinger, R.D. 1996.** SAS System for Mixed Models. SAS Institute Inc. Cary, NC. USA. 633 p.