

Lannoitusvasteet nurmirehuntuotannossa

Mikko Korhonen¹⁾, Marketta Rinne²⁾ ja Pekka Huhtanen²⁾

¹⁾Kemira GrowHow Oyj, Mechelininkatu 1a, PL 900, 00181 Helsinki, mikko.korhonen@kemira-growhow.oyj

²⁾MTT, Kotieläintuotannon tutkimus, 31600 Jokioinen, marketta.rinne@mtt.fi, pekka.huhtanen@mtt.fi

Nurmen lannoituskokeita on pitkään tehty suomalaisen lannoitevalmistajan (nyk. Kemira GrowHow Oyj) toimesta viljelijöiden pelloilla eri puolilla Suomea. Normaaleissa viljelyolosuhteissa toteutetuissa kokeissa on tutkittu lannoitustason vaikutusta säilörehunurmen (pääasiassa timotei-nurminataseoksia) 1. ja 2. sadon määrään ja laatuun (rehuarvo, kivennäis- ja hivenainepitoisuudet). Kokeet ovat olleet samalla loholla kolmen vuoden ajan ja niissä on käytetty tavanomaisia viljelymenetelmiä ja NPK-lannoitteita. Kokeissa on selvitetty myös maan kasvukunto viljavuusanalyysillä. Tässä tutkimuksessa analysoitiin tilastollisesti viimeisten kymmenen vuoden aikana (1995 – 2004, 32 tilaa, 336 havaintoa) tehtyjen nurmikokeiden tulokset SAS MIXED -proseduurilla siten, että yksittäisen kokeen (tila*vuosi) vaikutus saatiin huomioitua. Linearisella regressioanalyysillä tarkasteltiin satovastetta, kun lannoitusta muutettiin. Satovasteiden lisäksi aineistosta selvitettiin lannoituksen vaikutus rehun koostumukseen ja sulavuuteen erikseen 1. ja 2. sadon osalta sekä yhdistettynä.

Maanäytteiden perusteella koelohkot olivat keskimäärin luokassa tyydyttävä useimpien mitattujen parametrien osalta, mutta vaihtelu oli suurta. Käytetyt lannoitemäärät hehtaaria kohti olivat keskimäärin ensimmäiselle sadolle 85 kg N (0-144), 12.5 kg P (0-33) ja 25 kg K (0-83) sekä toiselle sadolle 69 kg N (0-130), 8 kg P (0-19.5) ja 23 kg K (0-92) hehtaaria kohti. Keskimääräinen kuiva-aineen (KA) sato yhteensä molemmissa sadoissa oli 6588 kg (1150-13749), josta 1. sadon osuus oli 52 %. Sadon keskimääräinen raakavalkuaispitoisuus oli 152 g/kg KA (66-233, 1. sato 158 2. sato 148) ja D-arvo 664 g/kg KA (582-729, 1. sato 680 ja 2. sato 649). Kun typpilannoitusta lisättiin 1 kg/ha, koko kesän nurmen kuiva-ainesato kasvoi 20.8 kg/ha. Ensimmäisessä sadossa satovaste typpikiloa kohti oli 17.5 ja 2. sadossa 23.8 kg KA/ha. Sadon lisäksi typpilannoituksen lisääminen lisäsi pääsääntöisesti rehun kivennäis- ja hivenainepitoisuuksia.

Aineisto luokiteltiin maalajin ja pH:n mukaan eri luokkiin. Karkeilla kivennäismailla typpikilolla saatiin 25.8 kg KA/ha (vakio 3244 kg/ha) kun vasteet savimailla ja eloperäisillä mailla olivat 20.4 kg KA/ha ja 18.5 kg KA/ha (vakiot 3731 ja 4845 kg/ha). Maan happamuuden osalta suurin ero satovasteessa ja vakion arvossa oli pH:n noustessa yli 6.5:n (luokat < 6, 6-6.5 ja >6,5).

Vaihtelu ruohonäytteiden kivennäis- ja hivenainepitoisuuksissa oli suurta, joten niiden analysointi ruokinnansuunnittelun pohjaksi on usein perusteltua. Lannoituskoekäytännön analysointi kokonaisuuksina osoittautui hyödylliseksi tavaksi saada laskettua käyttökelpoisia lannoitusvasteita käytännön suositusten ja neuvonnan pohjaksi. Haasteena on mallintaa nurmen kasvu siten, että voitaisiin yhdistää D-arvo, lannoitus ja satotaso, jotta nurmituotantoa voitaisiin optimoida suhteessa ruokintaan ja pellon käyttöön.

Asiasanat: Nurmi, typpi, lannoitus, sato, kivennäisaine, hivenaine

Taulukko. Nurmen satovasteet yhteenlasketuissa 1. ja 2. sadossa, kun typpilannoitusta lisättiin 1 kg.

	Vakio	S.E.	P-arvo	Kulma- kerroin	S.E.	P-arvo	RSME	R ²
Kuiva-aine, kg/ha	3426	188.1	***	20.8	0.84	***	615.7	0.88
Raakavalkuainen, g/kg KA	114	2.8	***	0.246	0.0135	***	10.4	0.79
Fosfori, g/kg KA	2.95	0.046	***	0.001	0.0002	***	0.131	0.42
Kalium, g/kg KA	25.2	0.39	***	0.025	0.002	***	1.76	0.58
Magnesium, g/kg KA	1.67	0.066	***	0.001	0.0003	***	0.146	0.32
Kupari, mg/kg KA	6.0	0.23	***	0.007	0.0011	***	0.67	0.40
Mangaani, mg/kg KA	51.1	5.48	***	0.010	0.0156	***	4.73	0.02
Sinkki, mg/kg KA	26.0	0.95	***	0.04	0.005	***	3.51	0.42

Johdanto

Nurmen lannoituskokeita on maataloilla tehty suomalaisen lannoitevalmistajan (nyk. Kemira Grow-How Oyj) toimesta useamman kymmenen vuoden ajan. Lähtökohtana on ollut lannoituskokeen suorittaminen normaalissa viljelyolosuhteissa käyttäen tavallisia menetelmiä ja lannoitteita (NPK-lannoitteet) viljelijöiden pelloilla. Useimmiten on mitattu lannoitustason, lähinnä typen määrän, ja lannoitteen koostumuksen vaikutusta lohkolta saatavaan satoon ja sadon laatuun (kemiallinen koostumus). Uusimissa kokeissa on tutkittu sadon lisäksi laatua laajemmin määrittämällä D-arvo ja kivennäis- ja hivenainepitoisuudet.

Tuloksia on käytetty markkinoinnin ja neuvonnan apuvälineenä ja lannoitussuositusten ohjeistuksena. Kun kokeissa on lisäksi tutkittu maan kasvukunto viljavuusanalyysillä, muodostaa yhdistetty aineisto hyvän pohjan lannoitusvaikutusten laajemmalle tarkastelulle. Tämän tutkimuksen tarkoitus oli koota viimeisten kymmenen vuoden aikana tehty nurmikoeaineisto yhteen ja tarkastella sitä kokonaisuutena yksittäisten koetulosten sijaan käyttäen tilastollista analyysiä. Satovasteiden lisäksi aineistosta selvitettiin lannoituksen vaikutusta rehun koostumukseen ja sulavuuteen erikseen 1. ja 2. sadon osalta että yhdistettynä.

Aineisto ja menetelmät

Aineisto koostuu Kemira GrowHow Oyj:n (ent. Kemira Agro) toteuttamien nurmen maatalakokeiden tuloksista vuosien 1995-2004 aikana. Nurmikokeet on tehty normaaleissa olosuhteissa viljelijöiden pelloilla eri puolilla Suomea. Kasvilajeina oli pääasiassa timoteinurminataseoksia, mutta joillain lohkoilla oli lisäksi puna-apilaa. Koejakso oli useimmiten kolme vuotta, jonka aikana lannoitekäsittelyt pysyivät samana kullakin lohkolta. Tarkastellussa aineistossa oli mukana tulokset 32 eri tilalta ja yksittäisiä viljelyruutuja oli 336. Tässä aineistossa mukana olevat tulokset perustuvat lähinnä typpitasojen vertailuun käyttäen NPK-lannoitteita.

Ennen kokeen alkua jokaiselta koelohkolta otettiin maanäyte, jota käytettiin peruslannoituksen suunnittelun lähtökohtana. Koelohko jaettiin koeruutuihin, joissa eri lannoituskäsittelyt toteutettiin. Lannoituksen typpitasot vaihtelivat 0 ja 144 kg N/ha välillä ensimmäiselle sadolle ja 0 - 130 kg N/ha välillä toiselle sadolle. Koska lannoitteena käytettiin NPK-lannoitteita, myös fosforin ja kalin määrät vaihtelivat typpitason ja käytetyn lannoitteen koostumuksen mukaan. Useimmiten koeruudun ala oli esimerkiksi tietyn mittainen lannoitteenlevittimen levyinen kaista.

Normaalit viljelytoimenpiteet tehtiin tilan omalla kalustolla sisältäen säilörehuksi korjuun. Sato- ja näytteet otettiin ensimmäisestä ja toisesta sadosta säilörehun korjuuasteella leikkaamalla kultakin koelohkolta 0.25 m² kehikolla 3-5 osanäytettä kasvustosta. Saatu rehumassa punnittiin ja leikatun alan perusteella laskettiin sato. Näytteet analysoitiin Valion säilörehun analyysipalvelussa (uusimmat Artturi-analyysin mukaan, NIR-analyysi) sekä Viljavuuspalvelussa (kivennäis- ja hivenaineet). Maanäytteet analysoitiin Viljavuuspalvelussa standardimenetelmin. Kokeista kerättiin sato-, laatu- (rehuanalyysi) ja maan viljavuustiedot sekä sää, korjuu-aika, kivennäis- ja hivenpitoisuudet ja lannoitustiedot vuosittain yhteen. Tässä tarkastelussa koko aineiston tulokset analysoitiin tilastollisesti SAS MIXED -proseduurilla siten, että yksittäisen kokeen (tila*vuosi) vaikutus saatiin huomioitua. Linearisella regressioanalyysillä tarkasteltiin satovastetta ja rehun koostumusta, kun typpilannoitusta muutettiin.

Taulukko 1. Koelohkojen maanäytteiden tulokset.

	Keskiarvo	Keskihajonta	Minimi	Maksimi
pH	6.2	0.44	5.2	7.1
Kalsium, mg/l	1536	652.8	484	3720
Kalium, mg/l	137	65.3	6	289
Fosfori, mg/l	14	8.3	4	104
Magnesium, mg/l	235	120.7	51	618
Boori, mg/l	0.6	0.35	0.3	1.7
Kupari, mg/l	4	2.3	0.4	11
Mangaani, mg/l	29	29.2	3	135
Sinkki, mg/l	3.9	3.24	0.7	26
Natrium, mg/l	35	21,8	8	89
Rikki, mg/l	18	4.5	9	22

Tulokset ja niiden tarkastelu

Koelohkojen viljavuustietojen (Taulukko 1) perusteella pH:n ja eri ravinteiden keskiarvot olivat useimmiten luokassa tyydyttävä tai muutaman ravinteen osalta luokassa välttävä. Minimi ja maksimipitoisuuksien väli on kuitenkin suuri osoittaen sen, että lohkot ovat olleet viljavuusluokiltaan hyvinkin erilaisia. Tämä heijastanee myös yleistä vallitsevaa tilannetta nurmea tuottavilla tiloilla. Koelohkojen viljavuudet ja niiden vaihtelu ovat myös yhteneviä koko maata ajatellen, sillä pH:n keskiarvo Viljavuuspalvelun vuoden 2002 näytteissä oli 6.1 (4.3 – 7.6) (Viljavuuspalvelu 2005). Vastaava vaihtelu fosforin osalta oli 2 – 140 mg/l keskiarvon ollessa 11.6 mg/l. Myös hiventen osalta vaihtelu ja keskiarvot ovat samansuuntaisia, sillä vuonna 2002 Viljavuuspalvelun mukaan boorinäytteistä 68 %, mangaaninäytteistä 70 % ja sinkkinäytteistä 61 % oli luokissa välttävä tai tyydyttävä. Kuparinäytteistä suurin osa on luokassa tyydyttävä (38 %) ja välttävän ja hyvän osuudet olivat 24 % ja 26 %.

Keskimääräinen kuiva-aineen (KA) sato yhteensä molemmissa sadoissa oli 6588 kg (Taulukko 2) eli kohtuullisen korkea. Ensimmäisen sadon osuus kokonaissadosta oli hieman yli puolet. Sadon keskimääräinen raakavalkuaispitoisuus oli 152 ja D-arvo 664 g/kg KA. Kaikkien ominaisuuksien kivennäis- ja hivenainepitoisuudet mukaan lukien vaihtelu oli varsin suurta kuvastaen mm. lannoituksen, maaperän ominaisuuksien ja vuosittain vaihtelevien ympäristöolosuhteiden vaikutusta. Ensimmäisen sadon D-arvo ja raakavalkuaispitoisuus olivat keskimäärin hieman suurempia kuin toisen sadon. Kivennäis- ja hivenaineiden pitoisuuksissa eri sadoissa ei ollut kovin merkittäviä eroja. Arvot olivat keskimäärin varsin tyypillisiä (vrt. MTT 2004).

Kun typpilannoitusta lisättiin 1 kg/ha, koko kesän nurmen kuiva-ainesato kasvoi 20.8 kg/ha (Taulukko 3). Satovaste tukee hyvin nurmen typpilannoitussuosituksia ja nykyistä käytäntöä, jonka mukaan typpitaso on molemmille sadoille useimmiten 100 kg/ha. Kuvassa 1 on havainnollistettu yksinkertaisen (fixed) ja mixed-regressiomallin käytön vaikutuksia tuloksiin. Kun tila*vuosivaikutus on huomioitu, pienenee hajonta huomattavasti. Tässä aineistossa fixed- ja mixed-yhtälöiden leikkauspisteet ja kulmakertoimet olivat kohtuullisen samalla tasolla, joten taulukoissa 3 ja 4 on esitetty vain mixed-yhtälöt.

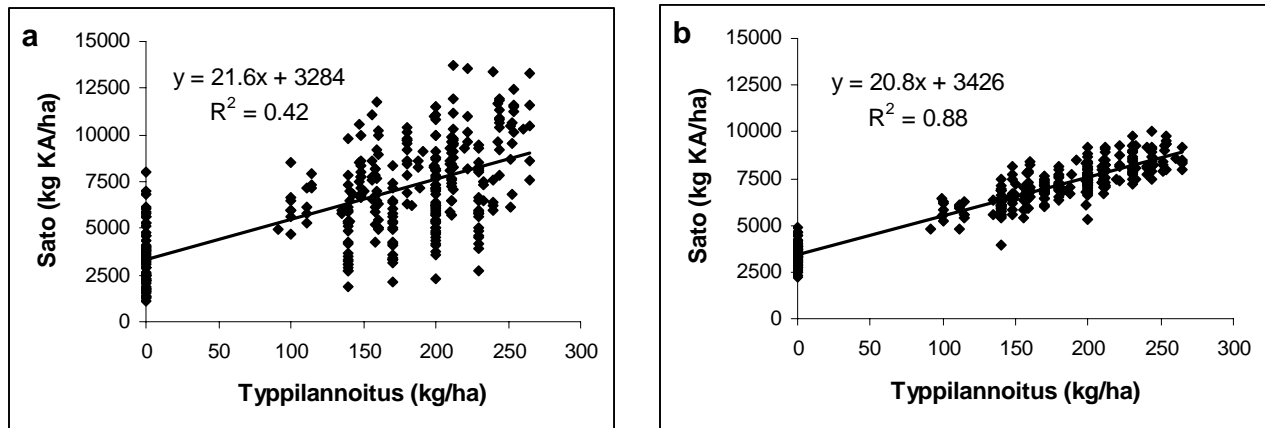
Samoin kuin kuiva-aineen, kaikkien muidenkin komponenttien sadot lisääntyivät typpilannoituksen lisäämisen myötä. Ensimmäisessä sadossa kuiva-aineen satovaste typpikiloa kohti oli jonkin verran pienempi (17.5 kg/ha) kuin 2. sadossa (23.8 kg KA/ha). Myös muiden satokomponenttien vastet lannoituksen lisäämiselle typpikiloa kohti laskettuna olivat suurempia jälkikasvussa kuin ensimmäisessä sadossa.

Taulukossa 4 on esitetty lannoituksen vaikutukset sadon koostumukseen. D-arvon kulmakerroin oli negatiivinen eli koko kesän painotettu D-arvo laski keskimäärin 0.1 g/kg KA, kun typpilannoitusta lisättiin 1 kg. Erityisesti kokonaan lannoittamatta jätettyjen 0-ruutujen D-arvo oli jonkin verran korkeampi kuin muiden näytteiden. Jos tarkastellaan vain lannoitettuja ruutuja, lannoituksen ja D-arvon välinen negatiivinen yhteys oli heikko. D-arvon lievä lasku typpilannoitusta lisättäessä voi johtua siitä, että ravinteiden puutteesta kärsineet kasvit eivät ole yhtä voimakkaasti lähteneet generatiiviseen kasvuun, jolloin huonommin sulavan korren osuus kasvustossa on voinut olla pienempi. Typpilannoituksen satoa lisäävän vaikutuksen takia sulavan orgaanisen aineen sato kuitenkin lisääntyi typpilannoituksen myötä selvästi (Taulukko 3). Rinteen (2000) yhteenvedon mukaan typpilannoituksen vaikutukset nurmirehun D-arvoon ovat olleet vähäisiä. Rehuntuotannossa on keskeistä tuottaa tasapainoisella lannoituksella riittävän suuri ja koostumukseltaan tasapainoinen sato.

Sadon raakavalkuaispitoisuus lisääntyi selvästi typpilannoitusta lisättäessä samoin kuin kalin ja fosforin pitoisuudet, joiden lannoitteen mukana annettu määrä niinkään lisääntyi, koska käytettiin seoslannoitteita. Fosforin, magnesiumin ja mangaanin pitoisuudet eivät kuitenkaan lisääntyneen nurmen jälkikasvussa. Mangaanin pitoisuuteen lannoitus ei vaikuttanut merkittävästi myöskään sadossa keskimäärin. Kuparin ja sinkin pitoisuudet sadossa lisääntyivät lannoituksen lisäämisen myötä. Korkeat yksittäiset kalsiumpitoisuudet ovat nurmista, jotka sisälsivät puna-apilaa, sillä apilan kalsiumpitoisuus on huomattavasti korkeampi kuin nurmiheinien (vrt. MTT 2004).

Maalajeittain koelohkot luokiteltiin kolmeen ryhmään eli karkeat kivennäismaat, savimaat ja eloperäiset maat. Kivennäismaiden osuus oli noin 80 % ja eloperäisten ja savimaiden kummankin noin 10 %. Karkeilla kivennäismailla typpikilolla saatiin 25.8 kg KA/ha (vakio 3244 kg/ha) kun vasteet savimailla ja eloperäisillä mailla olivat 20.4 kg KA/ha ja 18.5 kg KA/ha (vakiot 3731 ja 4845 kg/ha).

Aineisto luokiteltiin pH:n mukaan eri luokkiin (luokat <6, 6-6.5 ja >6,5). Maan happamuuden osalta suurin ero satovasteessa ja vakion arvossa oli pH:n noustessa yli 6.5:n.



Kuva 1. Nurmen typpilannoituksen ja koko kesän yhteenlasketun kuiva-ainesadon (n = 336) yhteys yksinkertaisella regressiomallilla (a) ja mixed-mallilla, jossa tila*vuosivaikutus on huomioitu (b).

Johtopäätökset

Tämän aineiston typpilannoituksen ja satotason yhteys tukee nurmien nykyisiä typpilannoitussuosituksia. Sadon määrän lisäksi typpilannoituksen lisääminen lisäsi myös useimpien kivennäis- ja hivenainepitoisuuksia rehussa. Vaihtelu ruohonäytteiden kivennäis- ja hivenainepitoisuuksissa oli suurta, joten niiden analysointi ruokinnansuunnittelun pohjaksi on usein perusteltua. Lannoituskoeaineiston analysointi kokonaisuutena osoittautui hyödylliseksi tavaksi saada laskettua käyttökelpoisia lannoitusvasteita käytännön suositusten ja neuvonnan pohjaksi. Haasteena on mallintaa nurmen kasvu siten, että voitaisiin yhdistää D-arvo, lannoitus ja satotaso, jotta nurmituotantoa voitaisiin optimoida suhteessa ruokintaan ja pellon käyttöön.

Kirjallisuus

- MTT** 2004. Rehutaulukot ja ruokintasuositukset [verkkojulkaisu]. Jokioinen: Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus. Julkaistu 30.6.2004. Saatavissa: <http://www.agronet.fi/rehutaulukot/>
- Rinne, M.** 2000. Influence of the timing of the harvest of primary grass growth on herbage quality and subsequent digestion and performance in the ruminant animal. Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksen julkaisuja 54. 42 p. + 5 liitettä. Väitöskirja. Saatavissa: <http://ethesis.helsinki.fi/julkaisut/maa/kotie/vk/rinne>.
- Viljavuuspalvelu** 2005. Tilastot. Hivenravinteet ProAgria-alueittain: koko maa. Saatavissa: www.viljavuuspalvelu.fi

Taulukko 2. Aineiston kuvailu.

	n	Keskiarvo	Keskihaj.	Minimi	Maksimi
Sadon määrä:					
Kuiva-aine (kg/ha)					
Yhteensä	336	6588	2739	1150	13749
1. sato	336	3391	1553.1	540	8447
2. sato	336	3197	1565.3	380	8339
1. sadon osuus	336	0.520	0.1139	0.248	0.849
Raakavalkuainen (kg/ha)					
Yhteensä	336	1030	503	116	2524
1. sato	336	551	295.2	70	1363
2. sato	336	478	255.4	41	1294
Sadon koostumus:					
D-arvo (g/kg KA)					
Keskimäärin	160	66.4	2.42	58.2	72.9
1. sato	160	68.0	2.64	55.0	75.1
2. sato	160	64.9	3.29	55	75
Raakavalkuainen (g/kg KA)					
Keskimäärin	336	152	30.9	66	233
1. sato	336	158	36.9	61	258
2. sato	336	148	36.0	71	262
Fosfori (g/kg KA)					
Keskimäärin	321	3.1	0.41	2.2	5.0
1. sato	321	3.2	0.46	2.2	4.7
2. sato	326	3.1	0.58	1.9	5.4
Kalium (g/kg KA)					
Keskimäärin	336	29	4.51	17	39
1. sato	336	29	4.78	18	43
2. sato	336	29	5.69	8	46
Magnesium (g/kg KA)					
Keskimäärin	326	1.9	0.51	1.0	4.0
1. sato	326	1.7	0.47	0.8	4.1
2. sato	326	2.1	0.70	0.9	5.2
Kalsium /g/kg KA)					
Keskimäärin	311	4.0	1.12	2.1	10.8
1. sato	311	3.3	0.80	1.7	6.3
2. sato	316	4.8	1.72	2.2	15.0
Natrium (g/kg KA)					
Keskimäärin	336	0.23	0.149	0.03	1.19
1. sato	336	0.22	0.138	0.03	0.87
2. sato	336	0.24	0.204	0.02	1.8
Kupari (mg/kg KA)					
Keskimäärin	311	7	1.6	3	12
1. sato	311	7	1.8	3	13
2. sato	311	7	2.1	2	13
Mangaani (mg/kg KA)					
Keskimäärin	115	49	21.3	19	150
1. sato	124	44	20.6	18	150
2. sato	150	56	25.2	17	150
Sinkki (mg/kg KA)					
Keskimäärin	310	32	9.3	17	83
1. sato	310	32	8.0	14	52
2. sato	316	31	12.7	14	110
Rauta (mg/kg KA)					
Keskimäärin	120	100	34.5	51	351
1. sato	128	88	39.1	41	440
2. sato	150	106	41.5	50	350

Taulukko 3. Typpilannoituksen (kg/ha) vaikutus nurmen kuiva-aineen ja sulavan orgaanisen aineen satoon sekä sadon mukana korjattujen kivennäis- ja hivenaineiden määrään yhteensä sekä erikseen 1. ja 2. sadossa.

	Vakio	S.E.	P-arvo	Kulma- kerroin	S.E.	P-arvo	RSME	R ²
Kuiva-aine (kg/ha)								
Yhteensä	3426	188.1	<.0001	20.8	0.84	<.0001	615.7	0.884
1. sato	1919	112.2	<.0001	17.5	0.90	<.0001	343.7	0.842
2. sato	1574	122.2	<.0001	23.8	1.20	<.0001	470.9	0.795
Sulava orgaaninen aine (kg/ha)								
Yhteensä	2783	170.9	<.0001	14.2	0.78	<.0001	429.2	0.881
1. sato	1563	112.6	<.0001	12.1	0.92	<.0001	245.5	0.831
2. sato	1299	119.4	<.0001	15.6	1.14	<.0001	323.4	0.803
Raakavalkuainen (kg/ha)								
Yhteensä	366	25.6	<.0001	4.34	0.166	<.0001	124.2	0.891
1. sato	198	13.2	<.0001	4.16	0.192	<.0001	75.1	0.863
2. sato	178	17.0	<.0001	4.40	0.202	<.0001	91.0	0.781
Fosfori (kg/ha)								
Yhteensä	10.2	0.67	<.0001	0.0709	0.00302	<.0001	2.15	0.879
1. sato	5.4	0.35	<.0001	0.0663	0.00340	<.0001	1.29	0.844
2. sato	5.0	0.44	<.0001	0.0730	0.00385	<.0001	1.58	0.765
Kalium (kg/ha)								
Yhteensä	86.1	5.55	<.0001	0.710	0.0295	<.0001	21.75	0.877
1. sato	47.2	2.98	<.0001	0.626	0.0328	<.0001	12.02	0.847
2. sato	40.8	3.64	<.0001	0.782	0.0381	<.0001	16.17	0.781
Magnesium (kg/ha)								
Yhteensä	5.5	0.41	<.0001	0.0445	0.00261	<.0001	1.51	0.853
1. sato	2.5	0.17	<.0001	0.0373	0.00245	<.0001	0.76	0.833
2. sato	3.1	0.31	<.0001	0.0510	0.00346	<.0001	1.33	0.691
Kupari (g/ha)								
Yhteensä	20.7	2.11	<.0001	0.173	0.0098	<.0001	6.52	0.825
1. sato	11.3	0.94	<.0001	0.142	0.0081	<.0001	4.15	0.705
2. sato	10.2	1.35	<.0001	0.200	0.0150	<.0001	5.75	0.649
Mangaani (g/ha)								
Yhteensä	219	31.8	<.0001	1.17	0.118	<.0001	65.7	0.666
1. sato	93	17.0	<.0001	1.10	0.091	<.0001	36.2	0.638
2. sato	115	14.1	<.0001	1.31	0.169	<.0001	40.0	0.639
Sinkki (g/ha)								
Yhteensä	91.6	9.03	<.0001	0.786	0.037	<.0001	34.42	0.775
1. sato	50.8	4.70	<.0001	0.712	0.039	<.0001	15.86	0.803
2. sato	43.3	5.27	<.0001	0.832	0.053	<.0001	28.39	0.566

Taulukko 4. Typpilannoituksen (kg/ha) vaikutus D-arvoon, raakavalkuaisen, kivennäis- ja hivenainesten pitoisuuksiin ruohossa keskimäärin ja erikseen 1. ja 2. sadossa.

	Vakio	S.E.	P-arvo	Kulma-kerroin	S.E.	P-arvo	RSME	R ²
D-arvo (g/kg KA)								
Keskimäärin	679	3.9	<.0001	-0.116	0.0159	<.0001	7.0	0.652
1. sato	693	4.9	<.0001	-0.164	0.0336	<.0001	6.9	0.532
2. sato	664	5.2	<.0001	-0.261	0.0360	<.0001	13.0	0.411
Raakavalkuainen (g/kg KA)								
Keskimäärin	114	2.8	<.0001	0.246	0.0135	<.0001	10.4	0.789
1. sato	112	2.9	<.0001	0.548	0.0236	<.0001	14.4	0.748
2. sato	119	3.5	<.0001	0.421	0.0376	<.0001	14.6	0.560
Fosfori (g/kg KA)								
Keskimäärin	2.95	0.046	<.0001	0.00137	0.000222	<.0001	0.131	0.421
1. sato	2.83	0.043	<.0001	0.004425	0.000383	<.0001	0.174	0.567
2. sato	3.13	0.071	<.0001	-0.00016	0.000696	0.82	0.180	-0.002
Kalium (g/kg KA)								
Keskimäärin	25.2	0.39	<.0001	0.0254	0.00201	<.0001	1.76	0.581
1. sato	25.1	0.42	<.0001	0.0486	0.00370	<.0001	2.04	0.537
2. sato	25.6	0.52	<.0001	0.0507	0.00567	<.0001	2.74	0.342
Magnesium (g/kg KA)								
Keskimäärin	1.67	0.066	<.0001	0.00122	0.000257	<.0001	0.146	0.320
1. sato	1.39	0.060	<.0001	0.00305	0.000361	<.0001	0.155	0.441
2. sato	2.04	0.083	<.0001	0.00084	0.000720	0.2475	0.303	0.009
Kupari (mg/kg KA)								
Keskimäärin	6.01	0.225	<.0001	0.00665	0.001101	<.0001	0.665	0.400
1. sato	5.94	0.193	<.0001	0.01118	0.001673	<.0001	0.850	0.259
2. sato	6.11	0.288	<.0001	0.01558	0.003238	<.0001	1.017	0.262
Mangaani (mg/kg KA)								
Keskimäärin	51.1	5.48	<.0001	0.0099	0.01557	0.5286	4.73	0.019
1. sato	37.5	3.52	<.0001	0.1088	0.02824	0.0006	5.47	0.429
2. sato	63.2	5.73	<.0001	-0.0580	0.03738	0.1299	7.26	0.090
Sinkki (mg/kg KA)								
Keskimäärin	26.0	0.95	<.0001	0.0369	0.00465	<.0001	3.51	0.421
1. sato	25.5	0.93	<.0001	0.0778	0.00761	<.0001	3.33	0.524
2. sato	26.1	1.12	<.0001	0.0646	0.01179	<.0001	5.78	0.158