

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
TIEDOTE **13/94**

PERTTU VIRKAJÄRVI ja HARRI HUHTA

Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla

Timoteinurmen kaliumlannoitus Tohmajärven Valkeasuolla

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
TIEDOTE 13/94

PERTTU VIRKAJÄRVI ja HARRI HUHTA

Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla

Timoteinurmen kaliumlannoitus Tohmajärven Valkeasuolla

Summary: Grass production on cut-away peatlands

Potassium fertilization of timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi

Maatalouden tutkimuskeskus
Itä-Suomen tutkimusyksikkö
Karjalan tutkimusasema
82600 TOHMAJÄRVI
Puh. (973) 621 001

Jokioinen 1994
ISSN 0359-7652

SISÄLLYS

ESIPUHE	4
TIIVISTELMÄ	5
SUMMARY	6
1 JOHDANTO	7
2 AINEISTO JA MENETELMÄT	7
2.1 Koejärjestelyt	7
2.2 Havainnot ja mittaukset	7
3 TULOKSET	10
3.1 Talvituhot	10
3.2 Kokonaissato	10
3.3 Sadon raakavalkuaispitoisuus ja raakavalkuaissadot	11
3.4 Ruohon kivennäiskoostumus	12
3.4.1 Ruohon kaliumpitoisuus	12
3.4.2 Ruohon kalsium- ja magnesiumpitoisuus	12
3.4.3 Ruohon fosfori- ja hivenainepitoisuudet	14
3.4.4 Ravinnesuhteet ruohossa	15
3.5 Pintamaan maa-analyysitulokset	16
3.5.1 Pintamaan kaliumluku	16
3.5.2 Pintamaan happamuus, kalsium, magnesium ja fosfori	18
3.5.3 Pohjamaan maa-analyysi 1989	18
3.6 Sadon mukana poistunut kalium ja lannoituksen hyötysuhde	19
4 TULOSTEN TARKASTELU	20
4.1 Talvituhot	20
4.2 Kuiva-ainesadot ja lannoitus	20
4.3 Raakavalkuaispitoisuus ja -sadot	20
4.4 Ruohon kivennäiskoostumus ja -tasapaino	20
4.4 Kaliumlannoituksen vaikutus viljavuuslukuihin	22
5 JOHTOPÄÄTÖKSET	22
KIRJALLISUUS	23
10 LIITETTÄ	

ESIPUHE

Tutkimus on osa polttoturvesoiden jätöalueiden viljelyedellytyksiä selvittävää hanketta. Tutkimuksen on suunnitellut vuonna 1979 Karjalan tutkimusaseman tutkija Rauno Peltomaa. Tutkimusaseman johtajat, Reijo Heikkilä ja Harri Huhta ovat olleet vastuussa kokeen toteutuksesta. Kenttätöistä vastasi tutkimusmestari Matti Laasonen. Enso-Gutzeit Oy luovutti ystävällisesti maa-alueen tutkimuksen käyttöön.

Tohmajärvellä tammikuussa 1994

Perttu Virkajärvi

Harri Huhta

VIRKAJÄRVI, P. ja HUHTA H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättö-alueilla. Timoteinurmen kaliumlannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. (*Summary: Grass production on cut-away peatlands. Potassium fertilization of timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi.*) Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 13/94. 23 p. + 10 liitettä.

Avainsanat: kaliumlannoitus, timotei, turvemaat

TIIVISTELMÄ

Maatalouden tutkimuskeskuksen Karjalan tutkimusasema perusti Tohmajärven Valkeasuolle kaksi timoteinurmen kaliumlannoituskoetta, jotka ovat osa polttoturvesoiden jättöalueiden viljelyedellytyksiä selvittävää tutkimusta. Kokeisiin valittiin kaksi typpilannoitusta, toiseen 90 ja toiseen 180 kg ha⁻¹ vuodessa. Kokeet perustettiin 1979 ja uusittiin 1984. Ensimmäisellä nurmijaksolla koejäsenet olivat 0, 80, 160, 240 ja 320 kg kaliumia ha⁻¹ vuodessa. Lannoitteet annettiin kahdessa osassa. Uusimisen yhteydessä lannoitemäärät puolitettiin eli ne olivat 0, 40, 80, 120 ja 160 kg kaliumia ha⁻¹ vuodessa. Nurmi korjattiin säilörehusteella kahdesti kesässä, viimeinen satovuosi oli 1989.

Valkeasuon turvejättöalueella nurmenviljely on verrattavissa muihin kaliumtilataan heikkoihin turvemaihin. Erot muihin aihepiiriin tutkimuksiin selittyvät lähtötilanteella ja turvemaan ominaisuuksilla: maapohja oli kokeen alkaessa erittäin karua ja kaliumin pidätyskyky oli heikko kuten turvemaidella yleensä. Nurmen kokonaiskuiva-ainesadon määrä lisääntyi ensimmäisellä jaksolla 160 kg ja toisella jaksolla 120 kg K ha⁻¹ vuodessa asti. Kaliumlannoitus ei juurikaan vaikuttanut raakavalkuaispitoisuuteen ja -satoon, mutta nosti ruohon kaliumpitoisuutta lähes lineaarisesti ja alensi magnesium- ja kalsiumpitoisuutta. Sen vaikutus fosfori- ja hivenainepitoisuuksiin oli pieni. K/(Ca + Mg)-ekvivalenttisuuhde nousi kaliumlannoituksen lisääntyessä. Kun typpilannoitus oli suositusten mukainen 180 kg ha⁻¹, K/(Ca + Mg)-suhde oli haitallisen korkea vasta 240 ja 360 kg:n lannoituksilla. K/N-suhde nousi pääsääntöisesti 160 kg:n K portaalle asti. K/N-suhde selitti satoa paremmin kevät- kuin syysniitoissa ja sen optimi oli alempi kevätniitoissa.

Alemman typpilannoituksen kokeessa kaliumlannoitus nosti johdonmukaisesti maan kaliumlukua. Ylemmän typpilannoituksen kokeessa pintamaan kaliumin viljavuusluokka nousi vasta lannoituksilla 240 ja 360 kg K ha⁻¹. Kaliumlannoituksen vaikutus pintamaan muihin viljavuuslukuihin ja happamuuteen oli vähäistä. Pohjamaan kaliumluku kohosi lievästi kaliumlannoitusta suurennettaessa. Kaliumlannoituksen näennäinen hyötysuhde oli selvästi parempi korkeamman typpilannoituksen kokeessa, jossa se pysyi 90–100 %:ssa aina 160 kg:n portaalle asti.

SUMMARY

GRASS PRODUCTION ON CUT-AWAY PEATLANDS

POTASSIUM FERTILIZATION OF TIMOTHY (*PHLEUM PRATENSE*) LEYS AT VALKEASUO, TOHMAJÄRVI

The effect of potassium fertilization on timothy swards was studied as part of a research project on crop production on cut-away peatlands. Two field trials were conducted at Valkeasuo, Tohmajärvi, by the Karelia Research Station of the Agricultural Research Centre. The top soil of the area was peat (15–50 cm layer), whereas the subsoil was fine sand. The nitrogen dressings used were 90 kg ha⁻¹ year⁻¹ in trial A (low N) and 180 kg ha⁻¹ year⁻¹ in trial B (high N). The levels of potassium dressings were 0, 80, 160, 240, and 360 kg ha⁻¹ year⁻¹ (spilt application) in the first ley period in 1979–83. The trials were ploughed and established again in spring 1985. The potassium dressings were now halved, i.e. the levels applied were 0, 40, 80, 120, and 160 kg ha⁻¹ year⁻¹. The second ley period lasted until 1989. The plots were harvested at the silage stage twice a year.

Grass production on cut-away peatlands is similar to that on cultivated peatlands of low K status. The differences from earlier investigations concerning the effects of K on grass production, are mainly attributable to initially very low nutrient concentrations of the soil and to its low K reserves and retention ability. The DM yields increased with increasing K levels up to 160 (first ley period) and 120 kg ha⁻¹ (second ley period) in both low and high N trials. The increasing K fertilization rates had hardly any effect on the crude protein content or CP yields. The K content of grass rose almost linearly and the content of Mg and Ca decreased simultaneously. However, in the high N trial, the K/(Ca + Mg) ratio (eqv. basis) did not reach a hazardous level until K fertilization was 240 and 360 kg ha⁻¹ year⁻¹. The K/N ratio rose with increasing K levels up to 160 kg ha⁻¹ K. K/N ratio explained better the variation of DM yield in spring cut than in autumn cut. The optimum K/N ratio was lower in spring cut. In the high N trial there was no contradiction in applying K for high yields and quality of the harvested DM yield. Thus, K fertilization rates of 120–160 kg ha⁻¹ year⁻¹ can be recommended when sufficient N fertilization is used.

The amount of exchangeable K of the topsoil samples rose consistently with increasing K application levels in the low N trial, but did not rise before 240 or 360 kg ha⁻¹ year⁻¹ K had been applied in the high N trial. Due to better fertilization balance in the latter trial, the apparent recovery of K was clearly higher, remaining at 90–100 % up to K dressings of 160 kg ha⁻¹ year⁻¹. K fertilization affected only slightly the nutrient concentrations, excluding K, of topsoil.

Key words: potassium fertilization, timothy (*Pleum pratense*), peat soils

1 JOHDANTO

Karjalan tutkimusasema on järjestänyt Tohmajärven Valkeasuolla alueen jälkikäyttöä koskevia tutkimuksia 1970-luvun lopulta alkaen (HEIKKILÄ ja ERVIÖ 1982, HEIKKILÄ 1987, 1988). Tämä tutkimus suoritettiin rinnakkain timotein fosforilannoituskokeiden kanssa, joista on vastaava tiedote jo ilmestynyt (VIRKAJÄRVI ja HUHTA 1993). Tutkimuksen tarkoituksena oli löytää timoteinurmelle sopiva kaliumlannoitus ottaen huomioon nurmen satotaso, sadon laatu sekä maan kaliumtilan kehitys. Toisena lähtökohtana oli selvittää polttoturvesoiden yleisiä edellytyksiä nurmituotantoon, joten rehun kivennäiskoostumusta tarkasteltiin laajemmin kuin pelkän kaliumlannoituksen vaikutuksen perusteella olisi ollut tarpeellista. Turvejättöalueella tuotetun rehun ominaisuuksia haluttiin verrata muihin turvemaiden saatuihin tuloksiin sekä ruokinnallisiin suosituksiin. Pitkän koejakson aikana maatalouspolitiikka on muuttunut melko radikaalisti. Vaikka perinteistä maataloustuotantoa ei tällä hetkellä juurikaan voida pitää tarkoituksenmukaisena polttoturvesoiden jättöalueiden käyttömuotona, voi nyt julkaistavia tuloksia soveltaa polttoturvesoiden muuhunkin käyttöön.

2 AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1 Koejärjestelyt

Maatalouden tutkimuskeskuksen Karjalan tutkimusasema suoritti kenttäkokeet Tohmajärven Valkeasuolla Enso-Gutzeit Oy:n omistuksessa olevalla maa-alueella vuosina 1979–89. Valkeasuon alueen turve on yleisesti rahkavaltaista ja von Postin asteikolla kohtalaisesti tai hyvin maatumutta (STEN 1979). Koealueella turvettä oli 15–50 cm:n kerros (humuspitoisuus 77,0–81,8 %). Pohjamaa oli 40–60 cm:n syvyydeltä pääosin kivetöntä karkeaa hietaa (71,2 %) ja hienoa hiekkaa (23,9 %). Pintamaan viljavuusluvut ennen viljelytoimenpiteitä olivat: pH 5,0 (välttävä), Ca 413 (huono), K 13 (huono) ja P 0,1 (huono).

Kaliumlannoituksen vaikutusta timoteinurmen kasvuun tutkittiin perustamalla kaksi erillistä porraskoetta, toisessa käytetty typpilannoitus oli 90 kg ha⁻¹ vuosi⁻¹ ja toisessa 180 kg ha⁻¹ vuosi⁻¹. Tammisto-timotei kylvettiin ilman suojaviljaa 9.8.

1979. Perustamislannoituksena käytettiin Kalirikasta Y-lannosta 350 kg ha⁻¹ (45,5 kg N, 24,5 kg P, 52,5 kg K). Alue oli kalkittu käyttäen 7,5 tn dolomiittikalkkia hehtaaria kohden. Ensimmäinen nurmijakso kesti vuodet 1980–83 (4 satovuotta). Kokeet kynnettiin syksyllä 1983 ja alue kalkittiin uudestaan dolomiittikalkilla 3,7 tn ha⁻¹. Nurmen perustaminen epäonnistui vuonna 1984 ja kokeet kylvettiin uudestaan ilman suojaviljaa 23.5. 1985 (lumisateessa!), joten vuonna 1985 korjattiin vain yksi sato, jota tuloksissa käsitellään kevätsatona. Uusimisen yhteydessä kaliumportaat puolitettiin aiemmista. Toinen nurmijakso kesti 5 satovuotta (1985–89).

Kokeet järjestettiin satunnaistettujen lohkojen menetelmällä, kerranteita oli neljä. Koejäsenet olivat:

Koejäsen <i>Treatment</i>	Kaliumlannoitus kg ha ⁻¹ vuosi ⁻¹ <i>K-fertilization kg ha⁻¹ year⁻¹</i>	
	1980–83	1985–89
1	0	0
2	80	40
3	160	80
4	240	120
5	320	160

Kaliumlannoitus annettiin kalisuolana. Fosforilannoitus (45 kg ha⁻¹ vuosi⁻¹) annettiin superfosfaattina ja typpi (90 tai 180 kg ha⁻¹ vuosi⁻¹) oulunsalpietarina. Lannoitteet levitettiin ruuduille käsin kahdesti kasvukaudessa: puolet fosforista ja kaliumista kerralla ja typpi joko 50 + 40 tai 100 + 80 kg ha⁻¹. Ensimmäisen lannoituksen päivämäärät ovat taulukossa 1, toinen lannoitus annettiin ensimmäisen niiton jälkeen. Vuonna 1985 koejäsenet saivat vain yhden lannoituksen eli puolet toisen jakson vuotuisesta määrästä. Sato korjattiin ruuduittain kahdesti kasvukaudessa säilörehuasteella (Taulukko 1). Koeruutujen leveys oli 2 m ja korjuualan leveys 1,5 m. Korjuuala oli 15 m².

2.2 Havainnot ja mittaukset

Sadosta otettiin kerranteet yhdistäen kuiva-aine- ja analyysinäytteet. Kuiva-ainemääritystä lukuunottamatta näytteet analysoitiin Maatalouden tutkimuskeskuksen keskuslaboratoriossa. Näytteistä määritettiin typpi, kalsium, kalium, magnesium ja fosfori. Vuosina 1980–81 analysoitiin myös kupari, mangaani, rauta, sinkki ja boori sekä vuosina

Taulukko 1. Kenttäkokeiden kevätlannoitus- ja sadonkorjuupäivämäärät.
Table 1. The date of the first application of fertilizers and harvest dates of the trial.

Vuosi Year	Kevätlannoitus Ist application		Sadonkorjuu Harvest	
	N	P, K	1.	2.
1980	22.5.	23.5.	25.6.	26.8.
1981	27.5.	20.5.	30.6.	3.9.
1982	26.5.	11.5.	1.7.	17.8.
1983	19.5.	19.5.	28.6.	17.8.
1984	—	—	ei satoa	ei satoa
1985	23.5.	23.5.	15.8.	—
1986	30.5.	22.5.	23.6.	28.8.
1987	20.5.	18.5.	7.7.	8.10.
1988	25.5.	25.5.	29.6.	15.9.
1989	19.5.	19.5.	21.6.	8.9.

Taulukko 2. Kaliumporraskokeen kokonaissadot 1980–83 sekä muutos edellisen lannoitusportaan sadosta.

Table 2. The average DM yields of different potassium treatments and the change of each potassium level 1980–83.

K	N=90 kg ha ⁻¹ vuosi ⁻¹			K	N=180 kg ha ⁻¹ vuosi ⁻¹		
	Sato	Muutos			Sato	Muutos	
	ka kg ha ⁻¹ DM yield	kg ha ⁻¹	%		ka kg ha ⁻¹ DM yield	kg ha ⁻¹	%
0	2200c	0		0	2800c	0	
80	5470b	3270	148	80	6950b	4150	148
160	6160a	690	13	160	8170a	1220	18
240	6080a	-80	-1	240	8280a	110	1
320	5990a	-90	-2	320	8220a	-60	-1
F-arvo:	lannoitus	240,40***			558,57***		
	vuosi	68,22***			25,16***		
	lann. x vuosi	27,16***			49,28***		

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkitsevästi (Tukeyn testi $P < 0,05$).

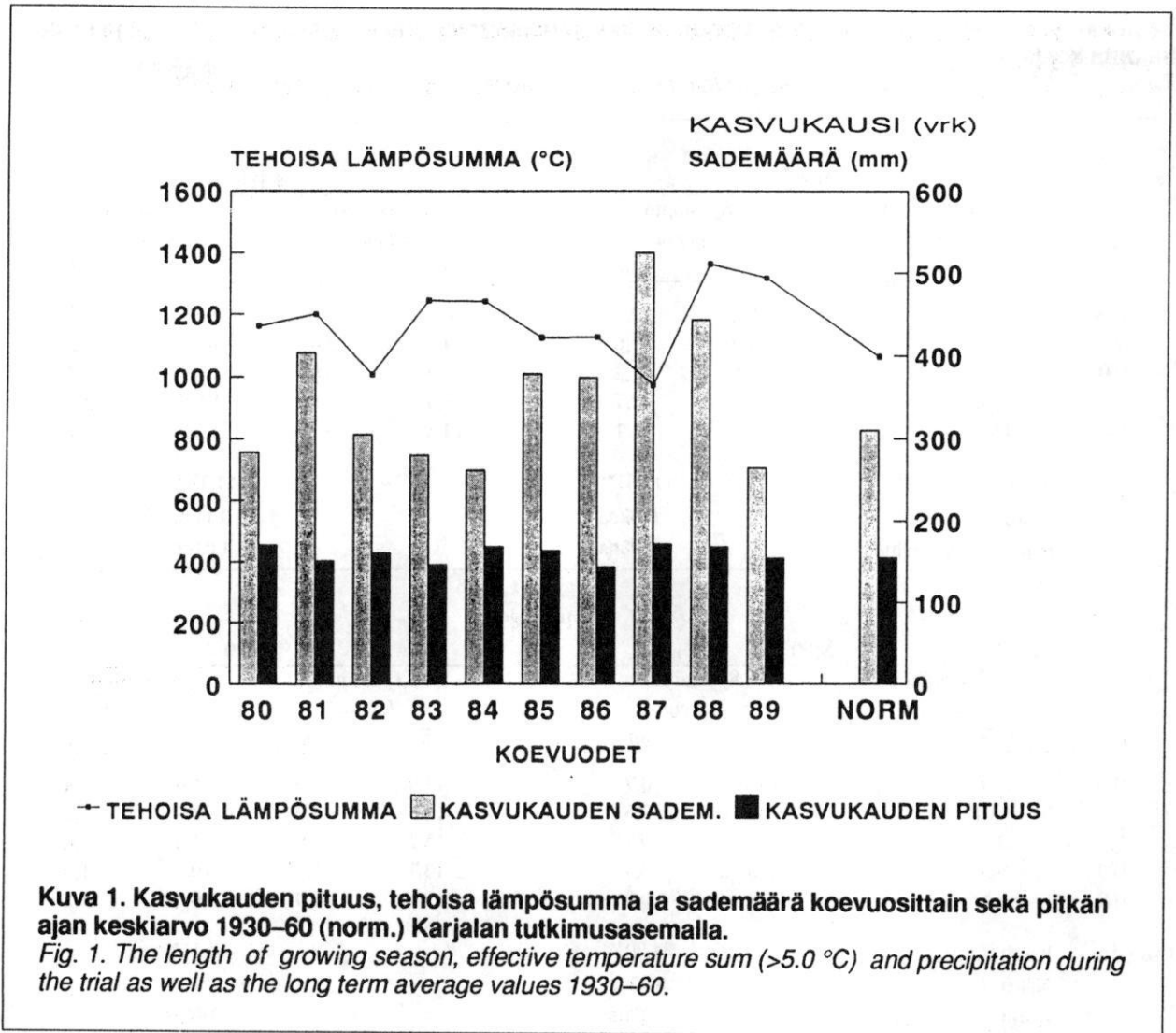
Means marked with a different letter within a column are significantly different ($P < 0,05$, Tukey's procedure).

1982–83 raakakuitu ja tuhka. Saatujen tulosten perusteella laskettiin raakavalkuaispitoisuus (RV = $N \times 6,5$), sadon mukana poistunut kalium, $K/(Ca+Mg)$ -ekvivalenttisuhte, sekä K/N -suhde. Talvituhot laskettiin syksyn ja kevään ruuduittaiten tiheyksien perusteella (1982–83; 1985–88).

Maanäytteet otettiin ruuduittain kasvukauden lopulla. Näytteistä analysoitiin pH, johtoluku, vaihtuva kalsium, kalium, magnesium ja helppoliukoinen fosfori Maatalouden tutkimuskeskuksen maantutkimusosastolla. Lisäksi kokeen päätyttyä otettiin ruuduittain pohjamaanäytteet, joista tehtiin samat analyysit kuin pintamaanäytteistäkin.

Säähavainnot on kerätty Karjalan tutkimusasemalta, noin 12 km:n etäisyydeltä tutkimusalueelta. Koejakson kasvukausien keskeisimmät säätiedot on esitetty kuvassa 1.

Aineisto käsiteltiin tilastollisesti käyttäen PC-SAS-ohjelmistoa. Ruutuhavainnot (kokonaissato, maanalyytit, talvituhot) analysoitiin osaruutumenetelmällä käyttäen lannoitusta pääruutuna ja vuotta osaruutuna (STEEL ja TORRIE 1960). Talvituhohavainnoille tehtiin neliöjuurimuunnos $x' = (x + 1/2)^{-1/2}$ (STEEL ja TORRIE 1960, p. 157). Koejäsenittäin yhdistettyjen näytteiden tulokset (ruohon ravinnepitoisuudet ja niistä johdetut muuttujat) laskettiin



Taulukko 3. Kaliumporraskokeen kokonaissadot 1985–89 sekä muutos edellisen lannoitusportaan sadosta.

Table 3. The average DM yields of different potassium treatments and the change of each potassium level 1985–89.

K	N=90 kg ha ⁻¹ vuosi ⁻¹			K	N=180 kg ha ⁻¹ vuosi ⁻¹		
	Sato ka kg ha ⁻¹ DM yield	Muutos Change kg ha ⁻¹ %			Sato ka kg ha ⁻¹ DM yield	Muutos Change kg ha ⁻¹ %	
0	1270d	0		0	1410d	0	
40	3690c	2420	191	40	4630c	3220	229
80	4450b	760	20	80	6070b	1440	31
120	4750ab	300	7	120	6690a	620	10
160	4920a	170	4	160	6900a	210	3
F-arvo: lannoitus		268,30***		556,99***			
vuosi		340,65***		191,70***			
lann. x vuosi		36,83***		40,61***			

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkitsevästi (Tukeyn testi P<0,05).

a–d: see Table 2.

Taulukko 4. Lannoituksen vaikutus ruohon raakavalkuaispitoisuuteen, keskiarvo (g/kg ka) ja keskihajonta koejäsenittäin.

Table 4. Effect of treatments on crude protein content of dried herbage, mean \pm s.d. (g/kg DM).

1980-83									
N 90					N 180				
K	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		K	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut	
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd		\bar{x}	sd	\bar{x}	sd
0	17,7	1,7	18,0	2,2	0	18,2	1,0	19,5	2,3
80	12,7	5,2	13,7	1,6	80	14,0	3,4	14,2	2,8
160	11,4	4,4	12,0	1,2	160	13,8	3,9	13,3	3,7
240	11,6	3,9	12,4	2,7	240	13,5	3,6	13,5	2,9
320	11,6	3,4	12,0	1,1	320	14,3	3,3	12,4	1,7
F-arvo:	K-lannoitus		10,81***				11,37***		
	Niitto		0,82ns				0,11ns		
	K-lannoitus \times niitto		0,03ns				1,01ns		

1985-89									
N 90					N 180				
K	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		K	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut	
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd		\bar{x}	sd	\bar{x}	sd
0	15,6	3,4	15,4	0,7	0	17,9	2,9	16,4	0,8
40	10,6	1,5	10,3	0,6	40	14,5	3,2	13,0	1,5
80	9,3	1,5	8,9	0,7	80	13,2	1,9	11,4	1,6
120	9,0	0,9	8,3	0,4	120	13,1	1,4	10,4	1,0
160	8,5	1,1	8,8	0,8	160	12,9	1,9	10,4	1,2
F-arvo:	K-lannoitus		34,80***				35,51***		
	Niitto		3,83ns				13,87**		
	K-lannoitus \times niitto		0,37ns				0,40ns		

käyttäen lannoitusta pääruutuna, niittokertaa osaruutuna ja vuotta kerranteena. Parivertailut on tehty Tukeyn menetelmällä ($p < 0,05$). Tulosten yhteydessä käytetyt lyhenteet ovat: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$ ja ns = ei tilastollista merkittävyyttä. Ilmoitetut erot ovat kaikki tilastollisia ellei toisin mainita. Typpilannoitustasot 90 ja 180 kg ha⁻¹ esitetään havainnollisuuden vuoksi rinnakkain, vaikka niiden ollessa erillisiä kokeita ei tilastollisia johtopäätöksiä kyetä esittämään.

Rehun laatua arvioitaessa on syytä muistaa, että tässä mainitut analyysitulokset perustuvat ruohosta mitattuihin pitoisuuksiin ja että varsinaisen rehun kivennäissuhteet ja pitoisuudet poikkeavat raakaineen vastaavista (ETTALA ja KOSSILA 1979, RINNE 1988).

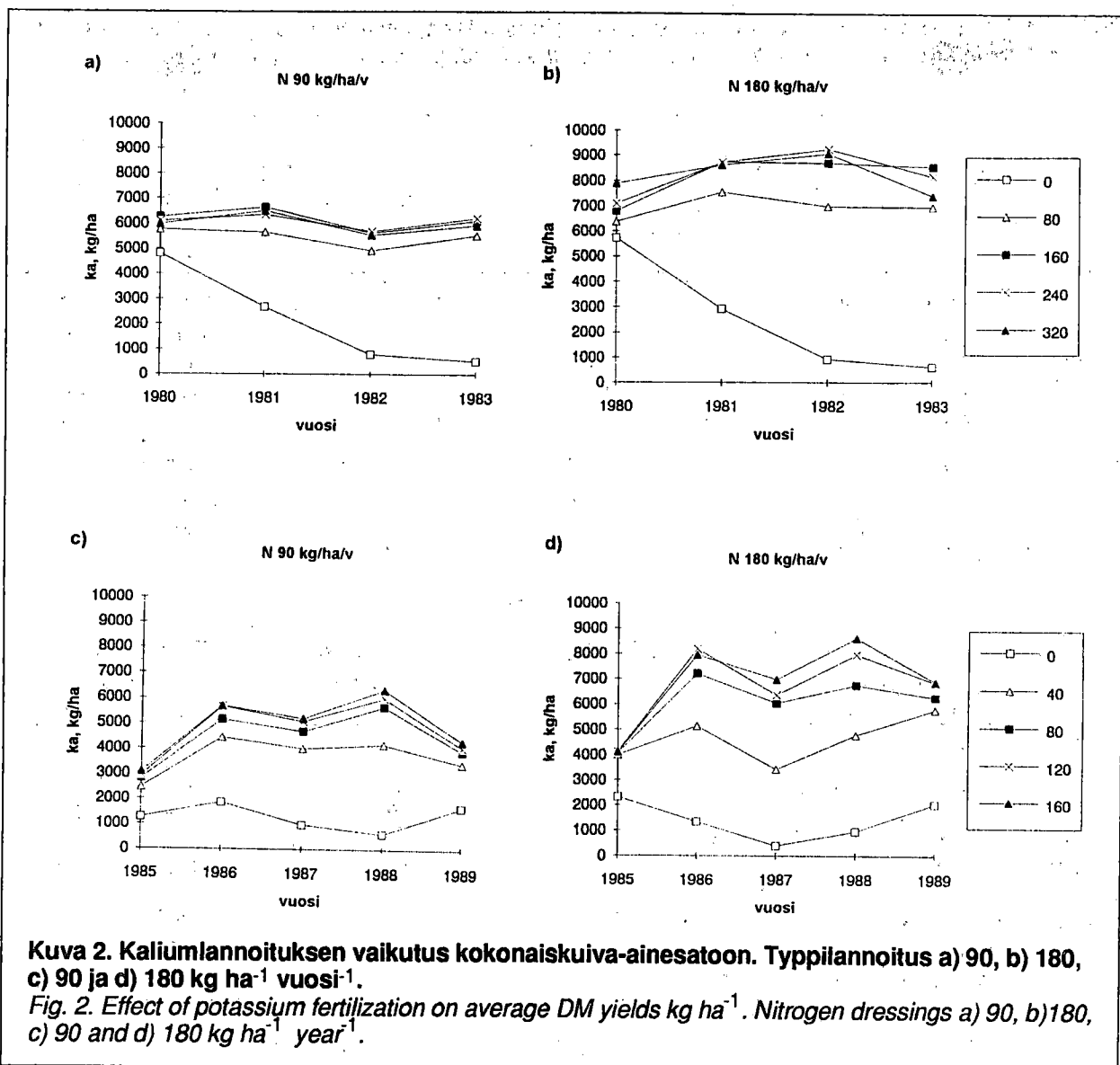
3 TULOKSET

3.1 Talvituhot

Kaliumlannoitus ei vaikuttanut talvituhoihin merkittävästi lukuun ottamatta 0-ruutuja. Niiden talvituhot olivat keskimäärin 15-37 %, kun muiden koejäsenten talvituhot olivat vain keskimäärin 2-7 %. Sammal valtasi runsaasti alaa 0-ruudulla toisen koejakson lopulla.

3.2 Kokonaissato

Ensimmäisellä jaksolla kokonaiskuiva-ainesadot nousivat kummallakin typpilannoitustasolla aina kaliumlannoitukselle 160 kg ha⁻¹ asti (Taulukko 2). Vuoden ja lannoituksen yhdysvaikutuksen



luonne käy selville kuvasta 2a-d: perustamisen yhteydessä annettu kalium riitti ensimmäisenä nurmivuonna 0-portaalle melko hyvin, mutta tämä varasto ehtyi nopeasti, neljäntenä koevuonna sato oli alle 1 000 kg ka ha⁻¹ typpilannoituksesta riippumatta. Keskimäärin typpilannoituksen kaksinkertaistaminen nosti satotasoa noin 2 000 kilolla ja satotasoa voidaan pitää kohtalaisena.

Toisella jaksolla kokonaissadot jäivät huomattavasti alhaisemmiksi (Taulukko 3). Sato nousi lannoitusportaalle 120 kg ha⁻¹ asti. Vuoden ja lannoituksen yhdysvaikutus oli edelleen merkittävä, sillä 0-porras käyttäytyi muista poikkeavalla tavalla. Toiselle jaksolle ei annettu erillistä perustamislannoitusta, mikä puolestaan näkyi 0-portaan heikkona satona ensimmäisestä nurmivuodesta alkaen.

Kevät- ja syysniittojen kuiva-ainesadot on esitetty liitteissä 1-4. Ylemmän typpilannoituksen kokeessa syysniiton lannoitusoptimi asetui kummallakin jaksolla yhtä porrasta kevätniiton optimia ylempään.

3.3 Sadon raakavalkuaispitoisuus ja raakavalkuaissadot

Kaliumlannoituksen vaikutus raakavalkuaispitoisuuteen rajoittui 0-portaan muita korkeampaan pitoisuuteen. Muiden tasojen välillä ei ollut käytännössä merkittävää eroa (Taulukko 4). Kevätniiton

Taulukko 5. Lannoituksen vaikutus ruohon kaliumpitoisuuteen, keskiarvo (g/kg ka) ja keskihajonta.
Table 5. Effect of treatments on potassium content of dried herbage, mean \pm s.d. (g/kg DM).

1980-83									
N 90					N 180				
K	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		sd
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	
0	11,4	4,3	8,5	2,4	11,0	3,8	8,3	3,7	
80	16,9	4,3	16,8	1,5	16,5	3,4	16,8	3,0	
160	22,6	2,9	23,3	1,4	21,0	3,1	24,0	1,8	
240	26,6	1,3	28,7	4,3	26,1	3,1	26,4	2,8	
320	28,2	2,0	28,4	3,2	29,3	2,1	28,6	2,0	
F-arvo:	K-lannoitus		125,17***				49,88***		
	Niitto		0,00ns				0,00ns		
	K-lannoitus \times niitto		0,97ns				1,45ns		

1985-89									
N 90					N 180				
K	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		sd
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	
0	8,6	1,4	6,1	3,1	8,4	0,5	5,1	2,2	
40	12,4	2,0	9,4	1,3	10,8	0,6	7,7	1,7	
80	18,1	1,2	13,4	1,3	14,0	0,8	11,8	2,1	
120	22,0	2,0	16,5	1,5	19,6	1,6	15,5	1,7	
160	23,6	1,1	16,7	3,1	22,0	1,7	18,6	2,0	
F-arvo:	K-lannoitus		94,86***				263,50***		
	Niitto		38,44***				40,96***		
	K-lannoitus \times niitto		1,98ns				0,40ns		

ja syysniiton valkuaispitoisuudet olivat hyvin samantasoiset. Kaliumlannoituksen vaikutus raaka-alkuaissatoihin rajoittui myös 0-portaan eroamiseen muista. Koska sen kuiva-ainesato oli alhainen, ei sen muita korkeampi RV-pitoisuus korvannut tätä menetystä, ja niin sen RV-sato oli huomattavasti muiden koejäsenten satoa alhaisempi (Liite 5).

3.4 Ruohon kivennäiskoostumus

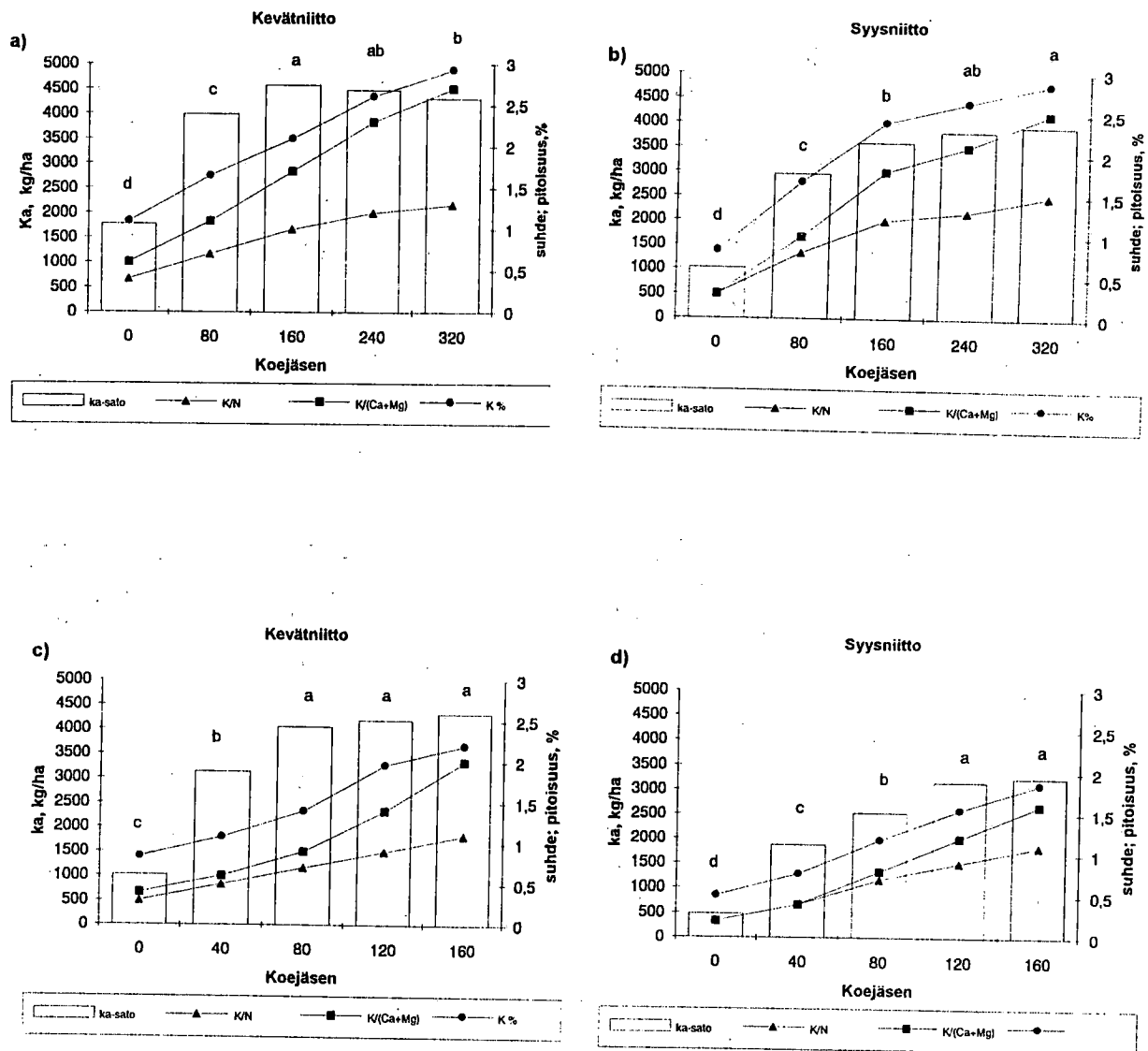
3.4.1 Ruohon kaliumpitoisuus

Kaliumlannoitus kohotti ruohon kaliumpitoisuutta lähes lineaarisesti (Taulukko 5, Kuva 3). Keskimääräinen maksimipitoisuus, 29,3 g kg⁻¹ kuiva-ai-

nessa, saavutettiin ensimmäisellä jaksolla 180 kg ha⁻¹ typpilannoituksen kokeessa, kun kaliumlannoitus oli 320 kg ha⁻¹ vuodessa. Lannoituksen vaikutus oli kummassakin niitossa samankaltainen. Ensimmäisellä nurmijaksolla niittojen vaikutus ei ollut merkitsevä, mutta toisella jaksolla pitoisuus kevätniitossa oli korkeampi kuin syysniitossa. Kummallakin typpitasolla kaliumpitoisuus käyttäytyi samalla tavalla.

3.4.2 Ruohon kalsium- ja magnesiumpitoisuus

Ruohon kalsiumpitoisuus laski kaliumlannoitusta lisättäessä. Ensimmäisellä jaksolla etenkin 0-portaan kalsiumpitoisuus oli muita korkeampi (Tau-



Kuva 3. Kaliumlannoituksen vaikutus ruohon kuiva-ainesatoon, kalium-pitoisuuteen sekä K/N- ja K/(Ca+Mg)-suhteeseen kun typpilannoitus on 180 kg ha^{-1} (kaliumpitoisuus = $10 \times \text{K}\%$).

a) kevätniitto 1980–83, b) syysniitto 1980–83, c) kevätniitto 1985–89 ja d) syysniitto 1985–89. X-akseli = vuotuinen kaliumlannoitus, sadolle annettu lannoitus on puolet tästä. Samalla kirjaimella merkityt kuiva-ainesadot eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkittävästi (Tukeyn testi $p < 0,05$).

Fig. 3. Effect of potassium fertilization on DM yield, potassium content, K/N- and K/(Ca+Mg) -ratio of dried herbage when nitrogen fertilization is $180 \text{ kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$. a) spring cut 1980–83, b) autumn cut 1980–1983, c) spring cut 1985–89 and d) autumn cut 1985–89. Note: x-axis = K fertilization $\text{kg ha}^{-1} \text{ year}^{-1}$, actual amounts for single cut were $\frac{1}{2}$ of these. Bars marked with a different letter are significantly different ($P < 0.05$, Tukey's procedure).

Taulukko 6. Lannoituksen vaikutus ruohon kalsiumpitoisuuteen, keskiarvo (g/kg ka) ja keskihajonta.

Table 6. Effect of treatments on calcium content of dried herbage, mean \pm s.d. (g/kg DM).

1980-83									
N 90					N 180				
K	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		sd
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	
0	6,2	1,3	7,8	1,7	6,2	0,7	8,3	1,3	
80	4,0	0,7	5,7	0,7	4,5	0,4	5,5	0,8	
160	3,6	0,7	4,6	0,6	4,0	0,7	4,6	0,9	
240	3,4	0,7	4,2	0,5	3,6	0,5	4,4	0,9	
320	3,2	0,6	3,9	0,4	3,7	0,6	4,0	0,5	
F-arvo	K-lannoitus		13,36***				21,03***		
	Niitto		34,32***				35,59***		
	K-lannoitus \times niitto		0,92ns				2,96ns		

1985-89									
N 90					N 180				
K	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		sd
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	
0	5,5	0,4	6,4	0,6	5,5	0,3	6,9	0,9	
40	4,5	0,8	6,7	1,3	4,7	0,5	5,3	0,4	
80	3,4	0,3	5,4	1,7	4,1	0,5	4,5	0,5	
120	3,0	0,4	4,4	0,8	3,8	0,5	3,8	0,4	
160	3,0	0,3	4,3	1,1	3,2	0,4	3,7	0,8	
F-arvo	K-lannoitus		25,79***				37,90***		
	Niitto		39,00***				11,19**		
	K-lannoitus \times niitto		0,92ns				1,20ns		

lukko 6). Toisella jaksolla kalsiumpitoisuuden aleneminen oli tasaisempaa. Niiton vaikutus oli merkittävä kummallakin koejaksolla ja molemmilla typpitasoilla: kevätniitossa kalsiumpitoisuus oli alhaisempi kuin syysniitossa. Kaliumlannoitus vaikutti kalsiumpitoisuuteen samalla tavalla kummassakin niitossa.

Kaliumlannoitus vaikutti ruohon magnesiumpitoisuuteen lähes samalla tavalla kuin kalsiumpitoisuuteen (Taulukko 7). Niiton vaikutus oli hieman hajanainen. Silloin kun vaikutus oli tilastollisesti merkitsevä, oli magnesiumpitoisuus yleensä korkeampi syysniitoissa. Lannoituksen ja niiton yhdysvaikutus oli merkitsevä ainoastaan ensimmäi-

sen nurmijakson ylemmällä typpitasolla, mutta ero johtuu lähinnä 0-portaan käyttäytymisestä. Korkeamman typpitason kokeessa magnesiumpitoisuus oli hienokseltaan korkeampi.

3.4.3 Ruohon fosfori- ja hivenainepitoisuudet

Kaliumlannoitus alensi ruohon fosforipitoisuutta hieman (Liite 6). Käytännössä I jaksolla vain 0-portaan fosforipitoisuus oli muita korkeampi. Toisella jaksolla myös 40 kg:n lannoitusportaan pitoisuus oli hieman loppujen koejäsenien pitoisuutta korkeampi. Vaikutus oli samanlainen niitosta tai typpilannoituksesta riippumatta. Rehun hivenainepitoisuuksiin ei kaliumlannoituksella ollut

Taulukko 7. Lannoituksen vaikutus ruohon magnesiumipitoisuuteen, keskiarvo (g/kg ka) ja keskihajonta.

Table 7. Effect of treatments on magnesium content of dried herbage, mean \pm s.d. (g/kg DM).

1980-83									
N 90					N 180				
K	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		sd
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	
0	2,37	0,12	3,30	1,01	2,47	0,13	3,50	0,80	
80	1,49	0,49	1,85	0,41	1,73	0,36	1,98	0,46	
160	1,19	0,48	1,28	0,38	1,51	0,41	1,50	0,43	
240	1,10	0,50	1,12	0,27	1,31	0,34	1,40	0,52	
320	0,98	0,34	1,02	0,18	1,25	0,39	1,11	0,23	
F-arvo	K-lannoitus			19,87***				21,47***	
	Niitto			3,85ns				5,53*	
	K-lannoitus \times niitto			1,42ns				3,96*	

1985-89									
N 90					N 180				
K	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		sd
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	
0	3,51	1,13	4,98	1,92	3,78	1,34	5,40	1,72	
40	2,17	0,44	2,67	0,83	3,07	0,93	3,46	1,61	
80	1,38	0,17	1,65	0,46	2,28	0,25	2,13	0,68	
120	1,21	0,18	1,31	0,24	2,05	0,30	1,71	0,46	
160	1,17	0,18	1,11	0,14	1,59	0,23	1,40	0,34	
F-arvo:	K-lannoitus			21,98***				18,64***	
	Niitto			4,88*				0,51ns	
	K-lannoitus \times niitto			1,21ns				1,71ns	

vaikutusta lukuun ottamatta sinkkiä N 180 kg ha⁻¹ tasolla, jolloin 0-taso poikkesi muista ja booria, jossa 0-porras erosi 240 kg ha⁻¹ portaasta N 80 kg ha⁻¹ tasolla. Määritetyt hivenainepitoisuudet (B, Cu, Fe, Mn ja Zn) ovat liitteessä 7.

3.4.4 Ravinnesuhteet ruohossa

Kaliumlannoitus kohotti ruohon K/(Ca + Mg)-ekvivalenttisuhdetta selvästi ja vaikutus oli pääsääntöisesti samanlainen kummassakin niitossa (Kuva 3, Taulukko 8). Syysniitossa suhde oli merkittävästi alhaisempi kuin kevätniitossa. Ylemmällä typpitasolla suhde näytti jäävän alhaisemmaksi kuin alemmalla typpitasolla. Suositellun ylärajan

2,2 suhde ylitti ensimmäisellä jaksolla lannoitusportailla 240 ja 320 kg K ha⁻¹ lukuun ottamatta ylemmän tason syysniittoa, jossa suhde ylittyi vain korkeimmalla lannoituksella. Toisella jaksolla raja-arvo ylittyi vain alemman typpilannoituksen saaneiden ruutujen kevätniitossa 120 ja 160 kg ha⁻¹ koejäsenien sadossa.

Kaliumlannoitus nosti ruohon K/N -suhdetta (Taulukko 9, Kuva 3). K/N-suhde nousi aina lannoitusportaalalle 160 kg ha⁻¹ typpilannoituksen määrästä riippumatta. Niitto vaikutti suhteeseen vain toisen jakson alemmalla typpitasolla. K/N-suhde selitti ylemmän typpilannoituksen kevätniiton sadonvaihtelusta 76 ja syysniiton sadonvaihtelusta 63 % (toisen asteen polynomifunktio).

Taulukko 8. Lannoituksen vaikutus ruohon K/(Ca + Mg) -ekvivalenttisuhteeseen, keskiarvo ja keskihajonta.

Table 8. Effect of treatments on K/(Ca + Mg) -ratio (ekv. basis) of dried herbage, mean \pm sd.

1980-83									
K	N 90				N 180				
	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	
0	0,6	0,3	0,4	0,2	0,6	0,2	0,3	0,2	
80	1,3	0,1	1,0	0,3	1,1	0,1	1,0	0,2	
160	2,2	0,4	1,8	0,3	1,7	0,2	1,8	0,3	
240	2,8	0,6	2,4	0,2	2,3	0,3	2,1	0,5	
320	3,1	0,5	2,6	0,1	2,7	0,5	2,5	0,4	
F-arvo:	K-lannoitus			68,14***		36,85***			
	Niitto			9,55**		5,67*			
	K-lannoitus \times niitto			0,11ns		1,09ns			

1985-89									
K	N 90				N 180				
	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	
0	0,4	0,1	0,2	0,2	0,4	0,1	0,2	0,1	
40	0,8	0,2	0,5	0,2	0,6	0,1	0,4	0,2	
80	1,6	0,1	0,9	0,3	0,9	0,2	0,8	0,3	
120	2,3	0,2	1,3	0,3	1,4	0,2	1,2	0,3	
160	2,5	0,2	1,5	0,5	2,0	0,2	1,6	0,4	
F-arvo:	K-lannoitus			158,34***		177,83**			
	Niitto			63,07***		15,19**			
	K-lannoitus \times niitto			4,85*		0,11ns			

3.5 Pintamaan maa-analyysitulokset

3.5.1 Pintamaan kaliumluku

Kaliumlannoitus nosti johdonmukaisesti maan vaihtuvan kaliumin pitoisuutta (Taulukko 10, Kuva 4), jonka alkuarvo oli 13 mg/l (viljavuusluokka huono). Alemman typpilannoituksen saaneessa kokeessa nousu oli jyrkempää. Vuoden vaikutus oli myöskin merkitsevä samoin kuin vuoden ja lannoituksen yhdysvaikutus lukuun ottamatta ylemmän typpilannoitustason toista nurmijaksoa. Vuoden ja lannoituksen yhdysvaikutus käyvät esille kuvasta 5.

Ensimmäisellä jaksolla alemman typpilannoituksen kokeessa kohoava trendi ilmenee kahdella ylimmällä lannoitusportaalla, joista 360 kg ha⁻¹

päätyy jo luokkaan "hyvä". Jo 160 kg ha⁻¹ porras poikkeaa 0-portaasta oleellisesti. Sen sijaan ylemmän typpilannoitustason kokeessa kohoaminen on ymmärrettävästi hitaampaa ja erot jäivät pienemmiksi. Vasta 240 kg ha⁻¹ porras eroaa oleellisesti 0-portaasta.

Toisella jaksolla, kun lannoitemäärät oli puolitettu, viljavuuslukujen nouseva trendi oli epäsäännöllisempää ja loivempaa, joskin keskimääräisten kaliumlukujen välillä oli tilastollisesti merkitseviä eroja. Etenkin ylemmän typpilannoitustason kokeessa kaliumluvut jäivät alhaisiksi ja erot eri lannoitustasojen välillä jäivät pieniksi. Selvää nousevaa trendiä ei näy edes korkeimman portaan 160 kg ha⁻¹ osalla, ja sekin jäi keskimäärin viljavuusluokkaan huono.

Taulukko 9. Lannoituksen vaikutus ruohon K/N -suhteeseen, keskiarvo ja keskihajonta.
Table 9. Effect of treatments on K/N -ratio of dried herbage, mean \pm sd.

1980-83									
K	N 90				N 180				
	Kevätniitto		Syysniitto		Kevätniitto		Syysniitto		
	<i>1st cut</i>		<i>2nd cut</i>		<i>1st cut</i>		<i>2nd cut</i>		
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	sd
0	0,4	0,1	0,3	0,1	0,4	0,1	0,3	0,1	
80	0,9	0,1	0,8	0,1	0,7	0,1	0,8	0,1	
160	1,3	0,3	1,2	0,1	1,0	0,2	1,2	0,3	
240	1,5	0,4	1,5	0,2	1,2	0,2	1,3	0,3	
320	1,6	0,3	1,5	0,1	1,3	0,3	1,5	0,2	
F-arvo	K-lannoitus		43,33***				28,12***		
	Niitto		3,25ns				3,38ns		
	K-lannoitus \times niitto		0,03ns				3,67*		

1985-89									
K	N 90				N 180				
	Kevätniitto		Syysniitto		Kevätniitto		Syysniitto		
	<i>1st cut</i>		<i>2nd cut</i>		<i>1st cut</i>		<i>2nd cut</i>		
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	sd
0	0,4	0,1	0,2	0,1	0,3	0,0	0,2	0,1	
40	0,7	0,2	0,6	0,1	0,5	0,1	0,4	0,1	
80	1,2	0,2	1,0	0,1	0,7	0,1	0,7	0,2	
120	1,5	0,2	1,3	0,2	0,9	0,1	0,9	0,1	
160	1,8	0,2	1,2	0,3	1,1	0,1	1,1	0,2	
F-arvo:	K-lannoitus		100,21***				194,49***		
	Niitto		45,79***				0,45ns		
	K-lannoitus \times niitto		5,49**				0,95ns		

Taulukko 10. Kaliumlannoituksen vaikutus pintamaan keskimääräisiin kaliumlukuihin (vaihtuva kalium, mg/l).

Table 10. Effect of potassium fertilization on the amount of exchangeable potassium of topsoil samples (mg/l).

K	Typpilannoitus kg ha ⁻¹ vuosi ⁻¹					
	1980-83		K	1985-89		
	90	180		90	180	
0	12d	9a	0	9c	7a	
80	22d	15a	40	15c	10a	
160	48c	23a	80	23bc	13ab	
240	86b	60b	120	37b	18b	
320	146a	110c	160	59a	27c	
F-arvot:						
	K-lannoitus		29,90***		45,39***	
	Vuosi		19,36***		28,27***	
	K \times v		3,19***		3,43***	

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkitsevästi (Tukeyn testi $p < 0,05$).

a-b: see Table 2.

Taulukko 11. Sadon mukana poistunut kalium ja kaliumlannoituksen näennäinen hyötysuhde [=100 × (sadon mukana poistunut K – 0-portaan sadon mukana poistunut K)/ sadolle annettu K-lannoitus].

Table 11. Uptake (kg) and apparent recovery (%) of potassium.

K	1980–1983			
	N=90		N=180	
	Poist. kg	Hyötys. %	Poist. kg	Hyötys. %
0	43c		32c	
80	90b	59	115b	104
160	140a	61	180ab	93
240	166a	51	215a	76
320	169a	39	237a	64
F-arvot:				
K-lannoitus	57,43***		42,12***	

K	1985–1989			
	N=90		N=180	
	Poist. kg	Hyötys. %	Poist. kg	Hyötys. %
0	10d		9c	
40	44c	85	46d	93
80	81b	89	87c	98
120	106a	80	130b	101
160	119a	68	159a	94
F-arvot:				
K-lannoitus	119,2***		97,07***	

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkittävästi (Tukeyn testi $p < 0,05$).

a-b: see Table 2.

3.5.2 Pintamaan happamuus, kalsium, magnesium ja fosfori

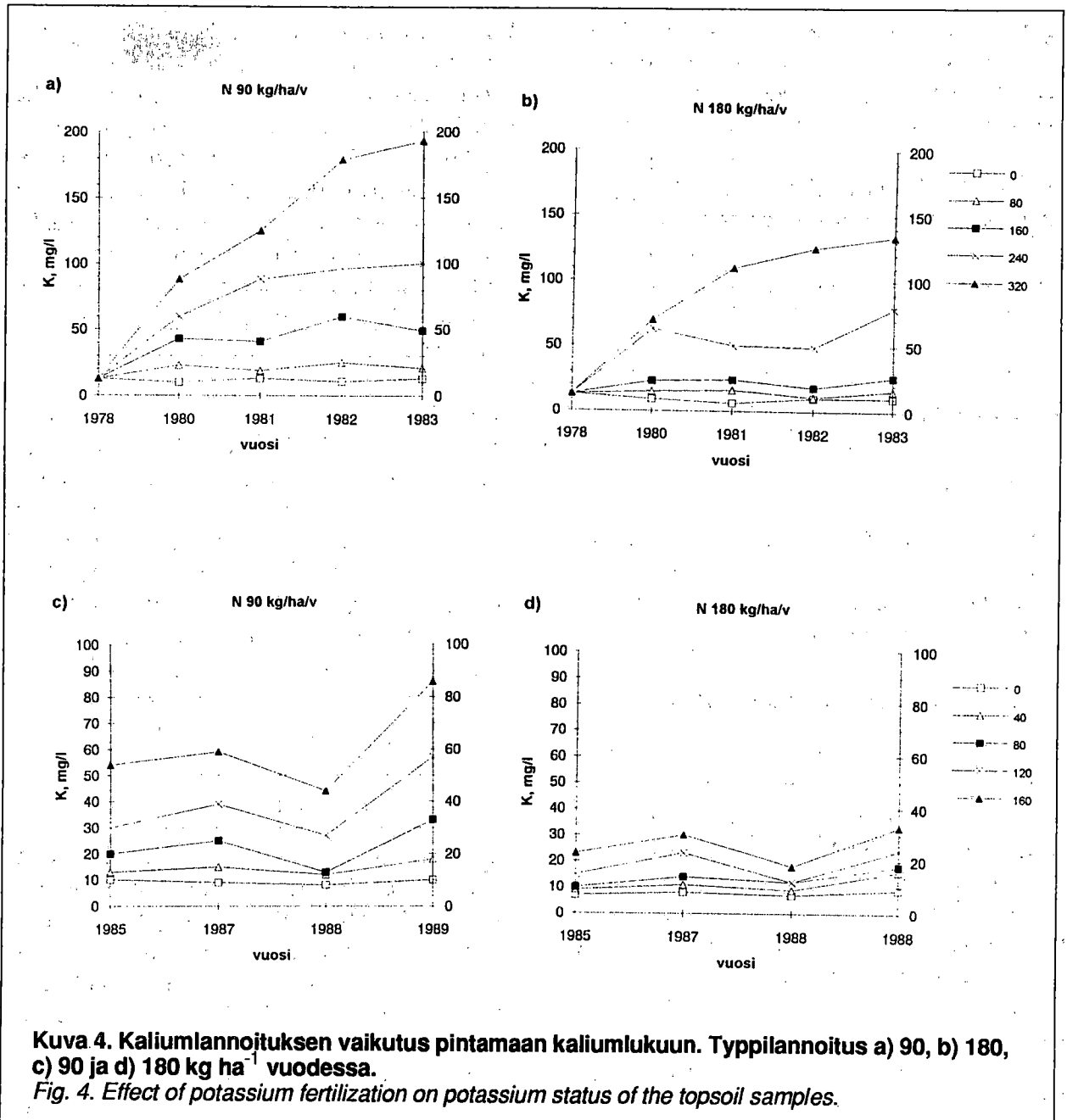
Kaliumlannoituksen vaikutus pintamaan muihin ominaisuuksiin kuin kaliumpitoisuuteen ja johtolukuun oli vähäinen (Liite 8). Maan reaktion osalta kaliumlannoituksella oli vaikutusta vain ylemmän typpilannoituskokeen toisella jaksolla, jolloin 0-ruutujen pH oli keskimäärin 5,3 kun se muilla koejäsenillä oli 5,6. Pintamaan kalsium- ja magnesiumlukuihin kaliumlannoitus ei vaikuttanut lainkaan. Fosforilukuun kaliumlannoitus vaikutti vain jälkimmäisellä nurmijaksolla, mutta erot eri lannoitustasojen osalta olivat käytännössä merkittömät.

Kaikilla koejäsenillä saavutettiin viljavuusluokka hyvä ($N 90 \text{ kg ha}^{-1}$) tai tyydyttävä ($N 180 \text{ kg ha}^{-1}$). Vuoden vaikutus oli merkitsevä. Vuoden ja lannoit-

tuksen yhdysvaikutus oli merkitsevä osassa koejaksoja, mutta fosforiluvun käyttäytyminen oli epäloogista, eikä selviä trendejä ollut havaittavissa.

3.5.3 Pohjamaan maa-analyysi 1989

Alemman typpilannoituksen kokeessa kaliumlannoitus vaikutti ainoastaan pohjamaan kaliumlukuun. Sen sijaan sillä ei ollut tilastollista vaikutusta pH-arvoon, johtolukuun, eikä kalsium-, magnesium- ja fosforilukuun (Liite 9). Pohjamaan kaliumluku kohosi jyrkemmin alemman typpilannoituksen kokeessa ($11\text{--}37 \text{ mg/l}$) kuin ylemmän typpilannoituksen kokeessa, jossa nousu oli hyvin lievää ($6\text{--}13 \text{ mg/l}$). Nousu oli kummassakin tapauksessa lähinnä lineaarinen, mutta 40 ja 80 kg ha^{-1} lannoitusportaat eivät eronneet 0-portaasta tilastollisesti (Liite 10).



3.6 Sadon mukana poistunut kalium ja lannoituksen hyötysuhde

Kaliumin poistuma lisääntyi ensimmäisellä jaksolla selvästi aina 160 kg ha⁻¹ portaaseen asti kummallakin typpilannoituksella, mutta tästä eteenpäin hienoinen kasvu ei ollut enää tilastollisesti merkitsevää. 0-portaan poistumat olivat vastaavasti 43 ja 32 kg ha⁻¹ vuosi⁻¹.

Toisella jaksolla 0-portaan poistumat olivat selvästi alhaisemmat (10 ja 9 kg ha⁻¹). Ero ensimmäiseen jaksoon johtui pääasiassa sille annetusta peruslannoituksesta. Poistuma lisääntyi selvästi

alemmalla typpitasolla 120 kg ha⁻¹ portaaseen asti ja ylemmällä typpitasolla 160 kg ha⁻¹ portaalalle asti.

Sadon mukana poistuneen kaliumin perusteella laskettiin kullekin lannoitustasolle kaliumin näennäinen hyötysuhde (Taulukko 11).

$$\text{Hyötysuhde} = 100 \times \frac{(\text{sadon sis. K, kg}) - (0\text{-portaan sis. K, kg})}{\text{lannoituksena annettu K, kg}}$$

Ensimmäisellä jaksolla korkeimmat hyötysuhteet laskettiin 80 ja 160 kg ha⁻¹ portaille typpilannoituksesta riippuen. Erot olivat em. portaiden välillä

hyvin pienet. Toisella jaksolla 0-portaan alhainen poistuma paransi laskennallista hyötysuhdetta etenkin alemman typpilannoituksen kokeessa. Laskennallisesti korkein hyötysuhde oli 80 kg ha⁻¹ portaalla, joskin 40:n ja 120:n kg ha⁻¹ portaiden hyötysuhde oli samaa luokkaa. Ylemmän typpilannoituksen kokeessa hyötysuhteet olivat kaikenkaikkiaan korkeat ja erot koejäsenten välillä pienet. Korkein hyötysuhde laskettiin 120 kg ha⁻¹ portaalle.

4 TULOSTEN TARKASTELU

4.1 Talvituhot

Kaliumlannoituksen vaikutus talvehtimiseen näkyy vain 0-portaiden heikkona talvehtimisena. Talvituhot muilla kuin 0-ruuduilla ovat alhaiset ottaen huomioon kasvupaikan olosuhteet.

4.2 Kuiva-ainesadot ja lannoitus

Kokonaissadot olivat kohtalaiset etenkin ensimmäisellä jaksolla, vaikka useissa tutkimuksissa on vastaavilla typpilannoituksilla saatu suurempiakin satoja (esim. RAININKO 1968, PULLI 1980, NYKÄNEN-KURKI 1988). Toisella jaksolla sadot jäivät hivenen ensimmäisen jakson satoja heikommiksi, mutta lukuarvoa pudottaa vuosi 1985, jolloin ruudut korjattiin vain kerran. Vuosi 1987 oli kovin saateinen ja kylmä. Heikko sato näkyy kuvassa 2. Kun Valkeasuon ominaisuuksia nurmenviljelyyn halutaan arvioida, voidaan vertailukohtana käyttää Karjalan tutkimusaseman turvemaan virallisten lajikekokeiden tuloksia, joissa satotaso vuosina 1980-83 oli 9380 kg ka ha⁻¹ ja toisen jakson aikana 7090 kg ka ha⁻¹ (Karjalan tutkimusasema, 1980-1989), joista Valkeasuon kokeiden satotaso ei jäänyt kovin kauas. Kuten jo julkaistuissa fosforilannoituskokeissa (VIRKAJÄRVI ja HUHTA 1993) voidaan tärkeimmäksi satoa rajoittavaksi tekijäksi esittää alueen vesitaloutta: koealue oli turpeennoston jäljiltä sarkaojissa ja siten kevätlannoitus suoritettiin verraten myöhään. Lisäksi saran voimakas kuperuus aiheutti kosteusolojen epätasaisen jakauman. Ensimmäisellä jaksolla maa oli varmasti "raakaa" ja alueen pH ja viljavuusluvut (Ca, Mg) olivat luokassa välttävä tai huononlainen. Toisella jaksolla viljavuus kaliumia lukuun ottamatta oli luokissa tyydyttävä tai hyvä, joten viljavuuden ei voi sellaisenaan enää katsoa rajoittaneen satoa.

Koetta suunniteltaessa ajateltiin, että 90 kg ha⁻¹ typpilannoitus olisi mahdollinen turpeesta vapautuvan typen vuoksi. Saatujen tulosten perusteella lannoitusta ei voida pitää riittävänä, joten mobilisaatio lienee ollut vähäistä. Syynä on Valkeasuon rahkavaltaisuus (STEN 1979), sillä rahkaturpeilla mobilisaatiota ei tapahdu juuri ollenkaan, vaikka mobilisaatio saraturpeella on huomattavaa (VALMARI 1983). Tämän vuoksi tulosten tarkastelussa käsitellään lähinnä 180 kg ha⁻¹ typpilannoitusta saanutta koetta.

Kokonaissatojen perusteella riittävä kaliumlannoitus on ensimmäisellä jaksolla 160 ja toisella 120 kg ha⁻¹ vuodessa. On huomattava, että koejärjestelyistä johtuen ensimmäisellä jaksolla ei esiintynyt koejäsentä 120 kg ha⁻¹ K, vaan portaat olivat harvemmat. Huolimatta erittäin heikosta lähtötilanteesta tulokset vastavat SAARELAN (1983) ja KOIKKALAISEN ym. (1990) tuloksia turvemaiden osalta sekä nykyisiä lannoitussuosituksia (Viljavuuspalvelu 1991, HAKKOLA 1991), joskin toisella jaksolla optimi asettui suosituksia alemmaksi.

4.3 Raakavalkuaispitoisuus ja -sadot

Raakavalkuaispitoisuudet jäivät alhaisiksi, jopa ylemmän typpilannoitustason kokeessa. Osasyynä varmasti oli kahden niittokerran systeemi, mutta siitä huolimatta typen pitoisuus kasvissa on alempi kuin vastaavissa oloissa aiemmin havaittu (TÄHTINEN 1979, SAARELA 1983). Sitä vastoin kaliumin vähäinen vaikutus on samanlainen kuin mitä TÄHTINEN (1979), KOIKKALAINEN ym. (1990) ja SAARELA (1983) ovat havainneet. Alhaisesta RV-pitoisuudesta johtuen jäivät RV-sadot huomattavasti sen alle mitä turvemailla suoritetuista kokeista on usein korjattu, mutta kaliumin vähäinen vaikutus vastasi aikaisempia tuloksia (TÄHTINEN 1979, KOIKKALAINEN ym. 1990).

4.4 Ruohon kivennäiskoostumus ja -tasapaino

Ruohon kaliumpitoisuuden lähes suoraviivainen lisääntyminen kaliumlannoituksen määrän noustessa on tunnettu ilmiö. Saadut tulokset ovat yhdenmukaiset SAARELAN (1983), SUONURMI-RASIN ja HUOKUNAN (1984) sekä KOIKKALAISEN ym. (1990) turvemaiden tulosten osalta. Erona on, että nyt ensimmäisellä jaksollakaan kaliumpitoisuus ei ylittänyt haitallisena rajana pidettyä 30 mg/g edes

korkeimmalla lannoiteportaalla (320 kg ha⁻¹ vuodessa). Todennäköisesti maaperän luontaisesti heikot kaliumvarat hidastivat kaliumpitoisuuden kohoamista. Myös kokeen korjuu vain kahdesti kasvukauden aikana saattaa osaltaan alentaa kaliumpitoisuutta, sillä se alenee keväällä kasvin kehitysvaiheen mukana (RINNE 1978, MENGEL ja KIRKBY 1980, ref. Koikkalainen ym. 1990). Edelleen kaliumpitoisuus aleni nurmen iän myötä, joten keskiarvo vuosien yli ei kuvaa tilannetta kaikilta osin. Koska pitoisuus määritettiin koeyäsenittäin, vuosivaihteluiden analysoiminen tarkemmin ei ole mielekäästä.

On esitetty, että kaliumlannoituksella ei saada sadonlisää, kun kaliumpitoisuus kasvissa ylittää 16 mg/g (REITH ym. 1964). ROBSON ym. (1989) esittävät puolestaan maksimaaliselle kasvulle alarajaksi 20 mg/g. Kun tarkastellaan 180 kg ha⁻¹ typpilannoituksen saanutta koetta, huomataan, että tässä aineistossa ensimmäisellä jaksolla saatiin selvästi sadonlisää vielä keskimäärin 16 mg/g pitoisuuden ylittävissä tapauksissa, mutta toisella jaksolla sadonlisa ei ollut tilastollisesti merkitsevä, kun sadon kaliumpitoisuus oli kevätniitossa 14,0 ja syysniitossa 15,5 (Kuva 4), joten yksiselitteistä raja-arvoa ei tämän aineiston perusteella voida mainita.

Nurmen K/N-suhde selitti satoa hieman paremmin kuin pelkkä kaliumpitoisuus. Se selitti satovaihteluja kevätniitoissa paremmin kuin syysniitossa. Lisäksi kevätsadossa K/N optimi oli alempi kuin syyssadossa. Ensimmäisellä jaksolla havainnot tukevat SAARELAN (1983) ja KOIKKALAISEN ym. (1990) tuloksia (K/N optimi = 1 tai vähän yli). Toisella jaksolla optimi maksimisadon saamiselle kuitenkin aleni, eikä saatu merkittävää sadonlisää, vaikka K/N-suhde etenkin kevätsadoissa jäi alle yhden. Kirjallisuudessa mainitaan arvo 0,9 (National research council 1970, ref. PALAZZO ja JENKINS 1979). Tämän aineiston perusteella optimi täytyy laskea erikseen eri niitoille.

Kalsium- ja magnesiumpitoisuudet ruohossa käytäytyivät odotetusti: kaliumlannoitus alensi molempia niitosta riippumatta ja kalsiumpitoisuus oli kevätsadossa alempi kuin syyssadossa (PELTOMAA ym. 1979, SAARELA 1983, SUONURMI-RASI ja HUOKUNA 1984, KOIKKALAINEN ym. 1990). Toisin kuin PELTOMAA ym. (1979) sekä SUONURMI-RASIN ja HUOKUNAN (1984) tutkimuksissa

magnesiumpitoisuus ei ollut kevätniitossa säännönmukaisesti alempi kuin syysniitossa. Kaliumlannoituksen vaikutukset ovat kuitenkin yhden-suuntaisia kuin muilla kaliumia heikosti pidättävillä mailla (PELTOMAA ym. 1979, SAARELA 1983, SUONURMI-RASI ja HUOKUNA 1984, KOIKKALAINEN ym. 1990).

Kalsiumpitoisuudet olivat ruoholle normaalit (McDONALD ym. 1989) ja samaa luokkaa kuin ETALAN ja KOSSILAN (1979) sekä KÄHÄRIN ja NISSISEN (1978) tutkimuksissa, mutta korkeammat kuin MÄKELÄ-KURTON ym. (1983) julkaisemat. Magnesiumpitoisuus oli sen sijaan hieman McDONALDIN ym. (1989) määrittelemän normaalipitoisuuden alarajan alapuolella alemman typpilannoituksen kokeessa suurimmilla kaliumportailla. Ylemmän typpilannoitustason kokeessa vain ensimmäisen jakson syysniiton keskimääräinen magnesiumpitoisuus alitti normaalipitoisuuden. Nyt havaitut pitoisuudet olivat keskimäärin alemmat kuin ETTALAN ja KOSSILAN (1979) havaitsemat, mutta samaa tasoa (KÄHÄRI ja NISSILÄ 1978) tai korkeammat (MÄKELÄ-KURTO ym. 1993) kuin turvemailta aiemmin julkaistut tulokset.

Vastoin useita muita tutkimuksia ei ruohon K/(Ca + Mg)-ekvivalenttisuhde juurikaan laskenut nurmen iän myötä, eikä se ollut alunalkaenkaan kovin korkea suurimmillakaan kaliumlannoitusportailla (vrt. SUONURMI-RASI ja HUOKUNA 1984). Tähän oli syynä todennäköisesti maan alhainen kaliumluku jo kokeen alkaessa ja alhainen reservikaliumin määrä maalajin perusteella (SAARELA 1983). Kun typpilannoitus oli suositusten mukainen, K/(Ca + Mg)-suhde pysyi eläimille haitallisen korkean raja-arvon (2,2, KEMP ja T'HART 1956) alapuolella kevätsadossa lannoitusportaalle 160 kg ha⁻¹ vuodessa ja syyssadossa portaalle 240 kg ha⁻¹ vuodessa asti. Näin ollen sadon määrän tuottamisen ja sen laadun välillä ei ollut ristiriitaa. Turvemailloilla on päädytty aiemminkin samaan tulokseen (KOIKKALAINEN ym. 1990). Perustamislannoituksesta riippuen ensimmäisinä nummivuosina ylittymisen riski on suurin (TÄHTINEN 1979, SUONURMI-RASI ja HUOKUNA 1984, KOIKKALAINEN ym. 1990).

Tässä tutkimuksessa havaittu kaliumlannoituksen vähäinen vaikutus kasvin fosforipitoisuuteen on yhdenmukainen aiempien tutkimusten kanssa (REITH ym. 1964, TÄHTINEN 1979, SUONURMI-

RASI ja HUOKUNA 1984). Havaitut fosforipitoisuudet olivat tavanomaisella tasolla McDONALDin ym. (1989) mukaan ja samaa tasoa kuin turvemaalla aiemmin Suomessa havaitut (KÄHÄRI ja NISSINEN 1978, MÄKELÄ-KURTTO ym. 1983).

Hivenainepitoisuudet olivat hyväksyttävällä tasolla, joskin kupari oli hieman alhainen ja rauta vastaavasti melko korkea (McDONALD ym. 1989). Hivenainepitoisuudet olivat yleensä samaa tasoa kummassakin niitossa, poikkeuksena rautapitoisuus, joka oli kevätniitossa selvästi korkeampi kuin syysniitossa. Kupari- ja sinkkipitoisuus oli samaa luokkaa sekä boori ja mangaani hieman korkeampia kuin turvemaalta aiemmin julkaistuissa tutkimustuloksissa (KÄHÄRI ja NISSINEN 1978, MÄKELÄ-KURTTO ym. 1983). Rautapitoisuus oli huomattavan korkea.

4.5 Kaliumlannoituksen vaikutus viljavuuslukuihin

Kaliumlannoituksen vaikutus maan viljavuuslukuihin jäi vähäiseksi lukuun ottamatta maan kaliumluku. Tässä aineistossa käytettäessä suositeltua typpilannoitusta (180 kg/ha) maan kaliumluku kohosi alkuperäistä ylempään luokkaan vasta käytettäessä vähintään 240 kg ha⁻¹ kaliumia vuodessa, mikä oli yli maksimisadon tarpeen. Toisella jaksolla viljavuusluokka koheni nipin napin jo 160 kg K ha⁻¹ lannoitusportaalla, mikä sekkin oli yli maksimisadon tarvitseman määrän. Kaliumluvun käyttäytyminen on maan ominaisuudet huomioon ottaen selkeää. Turvemaan reservikaliumin määrä ja kaliumin pidätyskyky ovat alhaiset. Kaliumin näennäinen hyötysuhde oli korkeammalla typpilannoitustasolla lähellä 100 % aina 160 kg ha⁻¹ lannoitusportalle asti. Siten jatkuvassa nurmenviljelyssä käytettäessä voimakasta typpilannoitusta turvemaan kaliumvarastoja ei voida kohottaa voimakkaillakaan helppoliukoisen kaliumin annoksilla vaarantamatta sadon laatua ja tuhlaamatta ravinteita. Samaan tulokseen ovat päätyneet mm. SAARELA (1983), SUONURMI-RASI ja HUOKUNA (1984) sekä KOIKKALAINEN ym. (1990). Myös URVAKSEN (1985) aineiston mukaan viljeltyjen suopeltojen K-luku on kohonnut lannoituksen seurauksena vain yhdellä viljavuusluokalla ollen edelleen keskimäärin huononlainen. Maan kaliumtilan ja kaliumlannoituksen määrän yhdysvaikutusta ei

voida tästä aineistosta tutkia kokeen rakenteen vuoksi.

Pohjamaan kaliumluvut olivat alhaiset kokeen päättyessä ja erot eri lannoitustasojen välillä olivat käytännössä merkityksettömät. Tähän vaikuttavat etenkin turvemaan heikko kaliuminpidätyskyky ja timotein kyky käyttää myös muokkauskerroksen alapuolisia kaliumvarastoja hyväkseen (JOY ym. 1973, SAARELA 1983).

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Valkeasuon turvejättöalueella nurmenviljely on verrattavissa muihin kaliumtilaltaan heikkoihin turvemaihin. Erot muihin aihepiiriin tutkimuksiin selittyvät lähtötilanteella ja turvemaan ominaisuuksilla: maapohja oli kokeen alkaessa erittäin karua ja kaliumin pidätyskyky oli heikko kuten turvemailla yleensä. Erikoisesti ruudut, jotka eivät saaneet kaliumlannoitusta ollenkaan, poikkesivat muista koejäsenistä. Kokonaissatojen perusteella riittävä lannoitus otettaessa suopohja nurmenviljelyyn oli 160 kg K ha⁻¹ vuodessa. Perustettaessa nurmi uudelleen riittää 120 kg K ha⁻¹ vuodessa. Lannoitus on syytä jaotella nykyisten suositusten mukaisesti syyspainotteiseksi, kuten kuvasta 5 käy ilmi: syysniiton optimi on kevätniiton optimia korkeammalla ja samalla vältetään juuri kevätsadossa haitallisen korkeaksi nousevat kaliumpitoisuudet. Em. lannoituksilla ei esiinny sadon määrän ja laadun ristiriitaa: K/(Ca + Mg)-ekvivalenttisuhde oli em. lannoituksilla aina kriittisenä pidetyn rajan 2,2 alapuolella eikä ruohon kaliumpitoisuus kohonnut haitallisen korkeaksi.

Muokkauskerroksen kaliumtilan kohottaminen helppoliukoisilla lannoitteilla ei ole tavoiteltavaa, vaan on syytä pidäytyä lannoittamaan kutakin satoa. Karjanlanta ja hitaasti liukenevat maanparannusaineet ja lannoitteet soveltuvat maan viljavuuden kohottamiseen paremmin.

Tulokset lienevät yleistettävissä alueilla, joiden pohjamaana on turve, karkea hieta tai hieno hiekka ja joiden kaliumreservit ja kaliumin pidätyskyky ovat heikkoja. Mikäli pohjamaana on savi tai savespitoinen maa, tulokset saattavat poiketa esiteytistä.

KIRJALLISUUS

- ETTALA, E. & KOSSILA, V. 1979. Mineral content in heavily nitrogen fertilized grass and its silage. *Annales Agriculturae Fenniae* 18: 252–262.
- HAKKOLA, H. 1991. Lannoitusuunnitelma koko nurmikierrolle. Suomalainen maaseutu 1/1991 p. 5.
- HEIKKILÄ, R. 1987. Turpeen tuhka turvetuotannosta vapautuneen suopohjan kalkitusaineena. Suoviljelysyhdistyksen vuosikirja 1985: 13–21.
- 1988. Hieta turvejättöalueen maanparannusaineena. Suoviljelysyhdistyksen vuosikirja 1987: 30–37.
- & ERVIÖ, R. 1982. Polttoturvesoiden jälkikäyttö maatalousmaana. Koetointi ja käytäntö 39: 60.
- JOY, P., LAKANEN, E. & SILLANPÄÄ, M. 1973. Effects of heavy nitrogen dressings upon release of potassium from soils cropped with ley grasses. *Annales Agriculturae Fenniae* 12: 172–184.
- Karjalan tutkimusasema. 1980. Maatalouden tutkimuskeskus. Koetuloksia vuodelta 1980. 102 p.
- 1981. Maatalouden tutkimuskeskus. Koetuloksia vuodelta 1981. 89 p.
- 1982. Maatalouden tutkimuskeskus. Koetuloksia vuodelta 1982. 118 p.
- 1983. Maatalouden tutkimuskeskus. Koetuloksia vuodelta 1983. 114 p.
- 1985. Maatalouden tutkimuskeskus. Koetuloksia vuodelta 1985. 93 p.
- 1986. Maatalouden tutkimuskeskus. Koetuloksia vuodelta 1986. 87 p.
- 1987. Maatalouden tutkimuskeskus. Koetuloksia vuodelta 1987. 78 p.
- 1988. Maatalouden tutkimuskeskus. Koetuloksia vuodelta 1988. 77 p.
- 1989. Maatalouden tutkimuskeskus. Koetuloksia vuodelta 1989. 59 p.
- & HART, M.L.T 1956. Grass tetany in grazing milking cows. *Neth. J. Agric. Sci.* 5: 4–17.
- KOIKKALAINEN, K., HUHTA, H., VIRKAJÄRVI, P. & HEIKKILÄ, R. 1990. Pitkäaikaisen säilörehunurmen kaliumlannoitus heikosti kaliumia pidättävillä mailla. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 9/90. 59 p.
- KÄHÄRI, J. & NISSINEN, H. 1978. The mineral element content of timothy (*Phleum pratense* L.) in Finland. I. The elements calcium, magnesium, phosphorus, potassium, chromium, cobalt, copper, iron, manganese, sodium and zinc. *Acta Agric. Scand. Suppl.* 20: 26–39.
- MENGEL, K. & KIRKBY, E.A. 1980. Potassium in crop production. *Adv. Agron.* 33: 59–110. Ref. Koikkalainen.
- MCDONALD, P., EDWARDS, R.A. & GREENHALGH, J.F.D. 1989. Animal nutrition. 4th ed. Hong Kong. 543 p.
- MÄKELÄ-KURTTO, R., ERVIÖ, R. & SIPPOLA, J. 1983. Macro- and microelement concentrations of Finnish timothy in 1974 and 1987. *Agric. Sci. Finl.* 2: 337–344.
- National Research Council. 1970. Nutrient requirements for beef cattle. No 4. 4th Rev Ed. Natl. Acad. Sci. Washington D.C. p. 55. (Ref. Palazzo & Jenkins 1979).
- NYKÄNEN-KURKI, P. 1988. Apilaseosnurmen sadon määrän ja laadun muutokset kasvukauden aikana. Pro gradu -työ. Helsingin yliopisto, kasvinviljelytieteen laitos. 78 p.
- PALAZZO, A.J. & JENKINS, T.F. 1979. Land application of waste water: effect on soil and plant potassium. *J. Environ. Qual.* 8: 309–312.
- PELTOMAA, R., POHJANHEIMO, O. & HUOKUNA, E. 1979. Pintakalkituksen ja K-lannoituksen vaikutus nurmen satoon ja sen N-, P-, K-, Ca- ja Mg-pitoisuuteen. Maatalouden tutkimuskeskus, Maantutkimuslaitos. Tiedote N:o 6, 1979. 24 p.
- PULLI, S. 1980. Growth factors and management technique used in relation to the developmental rhythm and yield formation pattern of a pure grass stand. *J. Sci. Agric. Soc. Finland.* 52: 281–330.
- RAININKO, K. 1968. The effects of nitrogen fertilization, irrigation and number of harvestings upon leys established with various seed mixtures. Suomen maataloustieteellisen seuran julkaisu 112. 137 p.
- REITH, J.W.S., INKSON, R.H.E., HOLMES, W., MACLUSKY, D.S., REID, D., HEDDLE, R.G. & COPEMAN, G.J.F. 1964. The effects of fertilizers on herbage production II. The effect of nitrogen, phosphorus and potassium on botanical and chemical composition. *J. Agric. Sci.* 63: 209–219.
- RINNE, K. 1978. The effect of maturity on herbage pasture during grazing season. *Annales Agriculturae Fenniae* 17: 10–17.
- 1988. Säilöntätappiot tuorerehun valmistuksessa. Koetointi ja Käytäntö 45: 55.
- ROBSON, M.J., PARSONS, A.J. & WILLIAMS, T.E. 1989. Herbage production: grasses and legumes. In: Grass its production and utilization. Ed. W. Holmes. 2nd ed. Worcester. 306 p.
- SAARELA, I. 1983. Response of timothy to increasing rates of potassium. *J. Scient. Agric. Soc.* 55: 163–178.
- SUONURMI-RASI, R. & HUOKUNA, E. 1984. Kaliumin lannoitustason ja -tavan vaikutus tuorerehunurmien satoihin ja maiden K-pitoisuuksiin. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 5/83. 21 p.
- STEEL, R.G.D. & TORRIE, J.H. 1960. Principles and procedures of statistics with special reference to the biological sciences. New York. 81 p.
- STEN, C.G. 1979. Selvitys Tohmajärven Valkeasuon Turvetutkimuksista, Geologinen tutkimuslaitos, Maaperäosasto. 4 p.
- TÄHTINEN, H. 1979. The effect of nitrogen fertilization on the potassium requirement of grassland for silage. *Annales Agriculturae Fenniae* 18: 231–245.
- URVAS, L. 1985. Viljelyn vaikutus turpeen ravinnepitoisuuteen. *Suo* 36: 61–64.
- VALMARI, A. 1983. Suon viljely. — Suomen suot ja niiden käyttö. IPS:n Suomen kansallinen komitea. Helsinki.
- Viljavuuspalvelu 1991. Viljavuustutkimuksen tulkinta peltoviljelyssä. 70 p.
- VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA, H. 1993. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timoteinurmen fosforilannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. Maatalouden tutkimuskeskus, Tiedote 7/93. 34 p.

Liite 1. Kaliumporraskokeen sadot niitoittain 1980–83 sekä muutos edellisen lannoitusportaan sadosta. Sadolle annettu kaliumlannoitus on puolet vuotuisesta lannoituksesta (=koejäsen).
Appendix 1. The average DM yields of different potassium treatments and the change of each potassium level 1980–83. Potassium fertilization for each cut is half of the total fertilization.

Koejäsen Treatment	N=90 kg ha ⁻¹ vuosi ⁻¹						
	Kevätniitto First cut			K	Syysniitto Second cut		
	Sato Yield kg ha ⁻¹	Muutos Change kg ha ⁻¹	%		Sato Yield kg ha ⁻¹	Muutos Change kg ha ⁻¹	%
0	1420c	0		0	780d	0	
80	3670b	2250	159	80	1800c	1020	130
160	4080a	410	11	160	2080a	280	15
240	4120a	40	1	240	1960ab	-120	-6
320	4100a	-20	-1	320	1890bc	-70	-4
F-arvo – F value							
Lannoitus – Fertilization		193,79***			290,67***		
Vuosi – Year		58,97***			784,32***		
Lannoitus × vuosi – Fertilization × year		25,14***			9,99***		

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkitsevästi (Tukeyn testi p<0,05).

Means marked with a different letter within a column are significantly different (P<0.05, Tukey's procedure).

Liite 2. Kaliumporraskokeen sadot niitoittain 1980–83 sekä muutos edellisen lannoitusportaan sadosta. Sadolle annettu kaliumlannoitus on puolet vuotuisesta lannoituksesta (=koejäsen).
Appendix 2. The average DM yields of different potassium treatments and the change of each potassium level 1980–83. Potassium fertilization for each cut is half of the total fertilization.

Koejäsen Treatment	N=180 kg ha ⁻¹ vuosi ⁻¹						
	Kevätniitto First cut			K	Syysniitto Second cut		
	Sato Yield kg ha ⁻¹	Muutos Change kg ha ⁻¹	%		Sato Yield kg ha ⁻¹	Muutos Change kg ha ⁻¹	%
0	1770d	0		0	1030d	0	
80	3990c	2220	125	80	2960c	1930	188
160	4580a	590	15	160	3590b	630	21
240	4470ab	-110	-2	240	3810ab	220	6
320	4300a	-170	-4	320	3920a	110	3
F-arvo – F value							
Lannoitus – Fertilization		329,99***			307,74***		
Vuosi – Year		61,97***			258,49***		
Lannoitus × vuosi – Fertilization × year		25,00***			28,40***		

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkitsevästi (Tukeyn testi p<0,05).

Means marked with a different letter within a column are significantly different (P<0.05, Tukey's procedure).

Liite 3. Kaliumporraskokeen sadot niitoittain 1985-89 sekä muutos edellisen lannoitusportaan sadosta. Sadolle annettu kaliumlannoitus on puolet vuotuisesta lannoituksesta (=koejäsen).
Appendix 3. The average DM yields of different potassium treatments and the change of each potassium level 1985-89. Potassium fertilization for each cut is half of the total fertilization.

Koejäsen Treatment	N=90 kg ha ⁻¹ vuosi ⁻¹						
	Kevätniitto First cut			K	Syysniitto Second cut		
	Sato Yield kg ha ⁻¹	Muutos Change kg ha ⁻¹	%		Sato Yield kg ha ⁻¹	Muutos Change kg ha ⁻¹	%
0	990d	0		0	350c	0	
40	3040c	2050	208	40	820b	470	132
80	3540b	500	16	80	1140a	320	39
120	3770ab	230	7	120	1220a	80	7
160	3890a	120	3	160	1290a	70	6
F-arvo – F value							
Lannoitus – Fertilization		283,30***			104,27***		
Vuosi – Year		179,13***			603,92***		
Lann. × vuosi – Fert. × year		12,77***			58,25***		

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkitsevästi (Tukeyn testi $p < 0,05$).

Means marked with a different letter within a column are significantly different ($P < 0.05$, Tukey's procedure).

Liite 4. Kaliumporraskokeen sadot niitoittain 1985–89 sekä muutos edellisen lannoitusportaan sadosta. Sadolle annettu kaliumlannoitus on puolet vuotuisesta lannoituksesta (=koejäsen).
Appendix 4. The average DM yields of different potassium treatments and the change of each potassium level 1985–89. Potassium fertilization for each cut is half of the total fertilization.

Koejäsen Treatment	N=180 kg ha ⁻¹ vuosi ⁻¹						
	Kevätniitto First cut			K	Syysniitto Second cut		
	Sato Yield kg ha ⁻¹	Muutos Change kg ha ⁻¹	%		Sato Yield kg ha ⁻¹	Muutos Change kg ha ⁻¹	%
0	1020c	0		0	480d	0	
40	3130b	2110	210	40	1870c	1390	188
80	4050a	920	29	80	2520b	650	21
120	4180a	130	3	120	3140a	620	6
160	4320a	140	3	160	3230a	90	3
F-arvo – F value							
Lannoitus – Fertilization		320,20***			259,14***		
Vuosi – Year		57,67***			106,02***		
Lann. × vuosi – Fert. × year		17,91***			11,78***		

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkitsevästi (Tukeyn testi $p < 0,05$).

Means marked with a different letter within a column are significantly different ($P < 0.05$, Tukey's procedure).

Liite 5. Kaliumlannoituksen vaikutus raakavalkuaissatoihin (kg ha⁻¹ vuosi⁻¹).
Appendix 5. The effect of potassium fertilization on the crude protein yields (kg ha⁻¹ year⁻¹).

K	Typpilannoitus kg ha ⁻¹ vuosi ⁻¹ Nitrogen fertilization (kg ha ⁻¹ year ⁻¹)					
	1980-83			1985-89		
	90	180	K	90	180	K
0	380b	470b	0	190b	240b	
80	690a	960a	40	390a	640a	
160	690a	1080a	80	410a	760a	
240	710a	1080a	120	420a	800a	
320	680a	1080a	160	420a	830a	
F-arvo - F value						
hsd	13,34***	14,77***		14,63***	18,48***	
(p<0,05)	176	310		111	245	

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkittävästi (Tukeyn testi p<0,05).
 a-b: see Table 2.

Liite 6. Lannoituksen vaikutus ruohon fosforipitoisuuteen, keskiarvo (g/kg ka) ja keskihajonta.
Appendix 6. Effect of treatments on phosphorus content of dried herbage, mean ± s.d. (g/kg DM).

1980-83										
N 90										
K	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut			
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd
0	4,8	1,0	4,8	1,3	4,3	1,0	4,8	1,2		
80	3,4	0,4	3,5	0,4	3,2	0,3	3,2	0,2		
160	3,1	0,4	3,1	0,3	3,2	0,3	3,1	0,2		
240	3,1	0,4	3,1	0,4	3,0	0,4	3,3	0,2		
320	3,0	0,3	3,1	0,2	3,2	0,3	3,1	0,2		
F-arvo - F value	K-lannoitus K-fertilization		7,32**		7,58**					
	Niitto - Cut		0,11ns		0,59ns					
	K-lannoitus × niitto Fertilization × cut		0,06ns		0,84ns					

1985-89										
N 90										
K	Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut		Kevätniitto 1st cut		Syysniitto 2nd cut			
	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd	\bar{x}	sd
0	4,7	1,4	4,6	1,4	4,8	1,5	5,0	1,8		
40	3,4	0,4	2,9	0,4	3,6	0,7	3,4	0,6		
80	3,1	0,1	2,5	0,3	3,2	0,4	2,9	0,5		
120	2,9	0,2	2,3	0,2	3,2	0,3	2,7	0,4		
160	2,8	0,2	2,3	0,2	2,9	0,3	2,7	0,3		
F-arvo - F value	K-lannoitus K-fertilization		9,31**		10,70***					
	Niitto - Cut		9,44**		1,55ns					
	K-lannoitus × niitto Fertilization × cut		0,03ns		0,02ns					

Liite 7. Timotein boori-, kupari-, rauta-, mangaani- ja sinkki-pitoisuuksien keskiarvot (mg/kg ka) ja keskihajonnat 1980-1981.

Appendix 7. B, Cu, Fe, Mn and Zn content of dried herbage (mg/kg DM) 1980-1981, mean ± s.d..

	N=90 kg ha ⁻¹ vuosi ⁻¹				N=180 kg ha ⁻¹ vuosi ⁻¹			
	Kevätniitto		Syysniitto		Kevätniitto		Syysniitto	
	<i>1st cut</i>		<i>2nd cut</i>		<i>1st cut</i>		<i>2nd cut</i>	
	\bar{x}	<i>sd</i>	\bar{x}	<i>sd</i>	\bar{x}	<i>sd</i>	\bar{x}	<i>sd</i>
B	8,6	1,6	8,0	2,2	9,0	1,1	7,8	2,6
Cu	3,7	1,1	3,1	0,6	3,3	0,6	4,0	0,8
Fe	339,5	47,9	142,0	16,6	313,5	21,4	199,3	43,8
Mn	102,6	12,7	130,2	12,8	102,9	14,3	127,6	35,8
Zn	35,1	4,7	27,5	3,3	31,8	2,8	27,0	2,7

Liite 8. Pintamaan pH:n, kalsium-, magnesium- ja fosforilukujen (mg/l) keskiarvot keskihajonta.

Appendix 8. pH, Ca, Mg and P values of topsoil samples, mean ± s.d. (mg/l).

	1980-83		1985-89	
	90 kg ha ⁻¹ N	180 kg ha ⁻¹ N	90 kg ha ⁻¹ N	180 kg ha ⁻¹ N
pH	5,0 ± 0,3	5,1 ± 0,2	5,4 ± 0,2	5,6 ± 0,2
Ca	1462 ± 316	1528 ± 291	1892 ± 276	1902 ± 305
Mg	75,7 ± 10,8	73,7 ± 11,9	167,8 ± 30,7	161,2 ± 30,7
P	14,5 ± 6,6	8,4 ± 4,4	16,9 ± 4,1	9,9 ± 3,2

Liite 9. Pohjamaanäytteiden pH ja ravinnetila (keskiarvo ja keskihajonta, mg/l) kokeen päätyttyä 1989.

Appendix 9. pH and nutrient status of subsoil samples (mean ± sd, mg/l) at the end of the trial, 1989.

	N 90 kg ha ⁻¹	N 180 kg ha ⁻¹
pH	4,77 ± 0,17	5,13 ± 0,19
Johtoluku	0,94 ± 0,27	0,53 ± 0,20
Ca	1069 ± 283	709 ± 165
Mg	85,5 ± 21,5	53,4 ± 12,1
P	7,3 ± 3,4	2,9 ± 0,8

Liite 10. Kaliumlannoituksen vaikutus pohjamaan K-lukuihin (mg/l) 1989.

Appendix 10. The effect of potassium fertilization on the amount of exchangeable K of subsoil samples (mg/l) 1989.

K	N 90 kg ha ⁻¹	N 180 kg ha ⁻¹
	K mg/l	K mg/l
0	11c	6c
40	12c	8cb
80	17bc	9cb
120	29ab	10ab
160	37a	13a
F-arvo - F value	16,71***	12,75***

Samalla kirjaimella merkityt saman sarakkeen luvut eivät poikkea toisistaan tilastollisesti merkittävästi (Tukeyn testi $p < 0,05$).

a-c: see Table 2.

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

(Tiedotteet vuosilta 1983–90 on lueteltu aiempien vuosikertojen numeroissa.)

1991

2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K. & KONTTURI, M. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1983–1990. 146 p. + 2 liitettä.
3. VILKKI, J. Kulta-kevätrypsi. 20 p. + 1 liite.
4. KEMPPAINEN, E. & VUORINEN, M. Maanparannusaineiden vertailu kenttäkokeessa. (Sotkamon maanparannuskoe). 22 p.
5. YLÄRANTA, T. Maataloustuotannon vaikutus kasvihuoneilmistöön Suomessa. Kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen. 18 p.
6. HANNUKKALA, A. E. Puikulan viljelytekniikka Lapissa. 23 p.
7. URVAS, L. & HÄMÄLÄINEN, I. Viljeltyjen moreenimaiden kemialliset ominaisuudet. Kirjallisuuskatsaus. 28 p.
8. JUHANOJA, S. Freesian sadon ajoittaminen. 57 p.
9. LAURILA, L., HIIVOLA, S-L. & KARVONEN, T. Rukiin sakoluku Etelä-Pohjanmaalla. 56 p.
10. HUUSELA-VEISTOLA, E., PAHKALA, K. & MELA, T. Peltokasvit sellun ja paperin raaka-aineena. Kirjallisuustutkimus. 36 p. + 1 liite.
11. TIIRI, J. Muokkauksen vaikutus maan toimintoihin. 82 p.
12. NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Typpilannoituksen vaikutus niittynurmikka-, nurmirölli-, puisto- ja punanatanurmikon kasvuun ja kestävyYTEEN. 38 p.
13. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Lajikkeen, lannoituksen ja leikkuun vaikutus niittynurmikka-natanurmikon menestymiseen. 33 p.
14. HUUSELA-VEISTOLA, E., NIEMELÄINEN, O. & HUHTA, H. Siemenmäärä nurmikon perustamisessa. 30 p.
15. NIEMELÄINEN, O., HUUSELA-VEISTOLA, E., NISSINEN, O., AHVENNIEMI, P., LAURILA, A. & RAVANTTI, S. Lannoituksen ja leikkuukorkeuden vaikutus nata- ja niittynurmikkalajikkeiden peittävyYTEEN ja kestävyYTEEN nurmikossa. 35 p. + 1 liite.
16. NIEMELÄINEN, O., HUUSELA-VEISTOLA, E., NISSINEN, O. & TALVITIE, H. Nurmikkosiemen-seosten menestyminen eri tavoin kunnostetulla kasvualustalla. 51 p., 5 liitettä.
17. HÄRKÖNEN, E., NIEMELÄINEN, O. & HUUSELA-VEISTOLA, E. Englanninraiheinä nurmikon perustamisessa Suomessa. 26 p. + 1 liite.

18. JUNNILA, S. & ERVIÖ, L-R. Uusien herbisidien tehokkuus ja käyttökelpoisuus viljakasvustoissa. 48 p.
19. ALAVIUHKOLA, T., SUOMI, K. & FRIMAN, T. Uusimmat koetulokset sikatalouden tutkimus-asemalta. 77p.
20. KEMPPAINEN, E., ANISZEWSKI, T. & MIETTINEN, E. Nurmikasvilajien vertailu Pohjois-Kainuussa. 17 p.
21. **Salaatin viljely ja sadon laatu. *Cultivation of lettuce and quality of yield.***
Yhteistutkimuksen "Salaatin viljelymenetelmien kehittäminen ja viljelytoimien vaikutus salaatin laatuun" loppuraportti. 179 p.
Toimittaneet RAILI JOKINEN ja RISTO TAHVONEN.
22. AVIKAINEN, H., HARJU, P., KOPONEN, H., MANNINEN, M., MEINANDER, B. & TAHVONEN, R. Desinfointiaineiden soveltuvuus pelto- ja kasvihuonetuotannossa. 52 p. + 2 liitettä.
23. JOKI-TOKOLA, E. Rehun kuiva-ainepitoisuuden, paalien muovitustavan ja säilytyspaikan vaikutus pyöröpaalisäilörehun säilyvyyteen. 27 p.
24. JUHANOJA, S. & HIIRSALMI, A. Tuloksia puiden ja koristepensaiden menestymisen seurannasta vuosina 1970–90. 116 p.

1992

1. HAKKOLA, H. & KERÄNEN, T. Rehuviljakokeiden tuloksia 1977-91 Pohjois-Pohjamaan tutkimusasemalta. 22 p.
2. KOSSILA, V. & MÄNTYSAARI, P. Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloja Maatalouden tutkimuskeskuksessa v. 1973-89. 110 p. + 3 liitettä.
3. URVAS, L. Kalium-, mangaani- ja sinkkilannoituksen vaikutus timotein ravinnepitoisuuteen Pohjois-Suomen suonurmilla. 23 p.
4. NISSINEN, O. Yksivuotisten tuorehukasvien soveltuminen laidun- ja niittoruokintaan Pohjois-Suomessa. 45 p.
5. HANNUKKALA, A.E. Timoteinurmen perustaminen Pohjois-Lapissa. 15 p.
6. MÄKELÄ-KURTTO, R., SIPPOLA, J. & JOKINEN, R. Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden hyötykäyttö maataloudessa. (Loppuraportti tutkimushankkeesta "Teollisuuden jätevesilietteet ja niiden mahdollinen hyväksikäyttö maataloudessa".) 51 p. + 40 liitettä.
7. VANHALA, P. Rikkakasvien fyysikaalinen ja mekaaninen torjunta kasvukauden aikana. 68 p.
8. SAASTAMOINEN, M. Sohvi-herne. 41 p. + 2 liitettä.
9. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1984–1991. 109 p. + 2 liitettä.
10. GALAMBOSI, B. & RAHUNEN, I. Yrttien käyttö ja viljely. 39 p. + 1 liite.

11. SIMOJOKI, P., MEHTO-HÄMÄLÄINEN, U., LAITINEN, V. & RÄKKÖLÄINEN, M. Rikkakasvien torjunta ilman herbisidejä. 37 p.
12. **Hiehoikasvatuskokeiden tuloksia.**
SAIRANEN, S., KOSSILA, V., ARONEN, I. & MICORDIA, A. Risteytyshiehot. P. 4–23.
KOSSILA, V., SAIRANEN, S., MICORDIA, A., VALMARI, A. & HAKKOLA, H. Hiehot ja hieholehmät. P. 24–40 + 9 liitettä.
KOSSILA, V., HEIKKILÄ, T. & SAIRANEN, S. Kaksoiset ja kolmoset. P. 41–48 + 2 liitettä.
Toimittaneet VAPPU KOSSILA ja SILJA SAIRANEN.
13. URVAS, L. & HYVÄRINEN, S. Maaperäkarttaselitys. Lapinlahti. 13 p. + 2 liitettä.
14. **Pikkuvasikoiden ruokintakoetuloksia 1990–91.** 57 p. + 1 liite.
KOSSILA, V., ARONEN, I., TOIVONEN, V. & SAIRANEN, S. Korsirehun korjuuasteen vaikutus pikkuvasikoiden kasvuun ja rehunkulutukseen. P. 4–20.
KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & MÄNTYSAARI, P. Piimäjauhe ja maitojauhe-10 verrattuna kurrijauhejuottoon ja ohrajauhoihin lisätyn kauraproteiinin vaikutus vasikoilla. P. 21–40.
KOSSILA, V., ARONEN, I., SAIRANEN, S. & NOUSIAINEN, J. Probioottien vaikutus pikkuvaskoiden kasvuun, rehunkulutukseen ja terveyteen. Eri suoliston osiin vaikuttavien probioottien yhdysvaikutus. P. 41–57.
Toimittaneet VAPPU KOSSILA & SILJA SAIRANEN.
15. NISSILÄ, E. Arttu-ohra. 16 p. + 3 liitettä.
16. SALO, T. Typpi- ja kloridilannoituksen vaikutus punajuurikkaan nitraattipitoisuuteen ja satoon. *The effect of nitrogen and chloride fertilization on the nitrate content and yield of beetroot.* 37 p. + 6 liitettä.
17. GALAMBOSI, B. & PIEKKARI, S. Yrtit, mausteet ja rohdokset Suomessa. Luettelo julkaisuista. 48 p.
18. MÄKELÄ-KURTTO, R., LINDSTEDT, L. & SIPPOLA, J. Laboratorioiden ja analyysimenetelmien välinen vertailututkimus viljelymaan raskasmetalleista. 61 p. + 3 liitettä.

1993

1. SAASTAMOINEN, M. Sisko-kaura. 24 p. + 2 liitettä.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., PAHKALA, K., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1985–1992. 108 p. + 2 liitettä.
3. KIVIJÄRVI, P., DALMAN, P. & VALO, R. Vihanneslajikkeet Etelä-Savon tutkimusasemalla vuosina 1983–91. (*Summary: Vegetable varieties tested at the South-Savo Research Station of the Agricultural Research Centre of Finland in 1983–91.*) 34 p.
4. RINNE, S-L., SIPPOLA, J. & SIMOJOKI, P. Omavaraisen viljelyn vaikutus maan ominaisuuksiin. (*Summary: Effect of self-sufficient cultivation on soil properties.*) 26 p. + 12 liitettä.

5. RINNE, K., SUVITIE, M. & RINNE, S-L. Ayrshiren, friisiläisen ja suomenkarjan monivuotinen vertailu kotovaraisella säilörehu-vilja- ja heinä-vilja-urearuokinnalla. Lehmien rehunkulutus, ravinnonsaanti, tuotokset, maidon koostumus sekä hedelmällisyys ja kestävyys 4.-6. lypsykausina. *Comparison of Finnish Ayrshire, Friesian and Finncattle on grass silage-cereal and hay-urea-cereal diets: Feed intake and nutrient supply, production and composition of milk, fertility and culling of the cows during the 4th-6th production years.* 48 p. + 1 liite.
6. VILKKI, J. Helmi-öljypellava. 8 p. + 3 liitettä.
7. VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timotein fosforilannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. *Grass production on cut-away peatlands. Phosphorus fertilization for timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi.* 27 p. + 2 liitettä.
8. SANKARI, H. Bioenergian tuotantoon soveltuvat peltokasvit. Kirjallisuuskatsaus. Kasvintuotannon osaraportti esitutkimukseen "Energian tuottaminen elintarviketuotannosta vapautuvalla peltoalalla." *Suitability of cultivated plants for bioenergy production. Literary survey. The partial report of plant production to the preliminary study entitled "Energy production in the areas released from food production."* 38 p.
9. GALAMBOSI, B., KEMPPAINEN, R., SIKKILÄ, J. & TALVITIE, H. Maustekasvien merkitys mehiläisille. (*Summary: The significance of culinary herbs to bees.*) 62 p. + 9 liitettä.
10. URONEN, K.R., TAHVONEN, R., JOKINEN, R. & BARTOSIK, M-L. Kasvualustan johtokyvyn vaikutus vaikutus turpeessa viljellyn tomaatin satoon ja sadon laatuun. (*Summary; Sammanfattning.*) 34 p. + 3 liitettä.
11. ARONEN, I., LAMPILA, M. & HEPOLA, H. Säilörehu, heinä ja olki kasvavien ayrshiresonnien ruokinnassa. (*English summary.*) 24 p.
12. SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Ympärivuotisen karitsoinnin merkitys lihan tuotantoon ja kannattavuuteen. *Effect of out-of-season lambing on meat production and profitability.* 52 p. + 3 liitettä.
SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Ympärivuotinen karitsointi ja lihantuotanto. P. 7-43.
SUVELA, M. & SORMUNEN-CRISTIAN, R. Tiheän ja normaalin karitsoinnin vertailu. P. 44-52.
13. SIMOJOKI, P. Selluloosatehtaan jätelietteen lannoitusvaikutus. (*Summary: Fertilizer effect of sludge from a sulphate and paper mill.*) 17 p. + 2 liitettä.
14. **Omavaraisen viljelyn kannattavuuslaskelmia.** 33 p. + 4 liitettä.
MÄKINEN-HANKAMÄKI, S. Laskelmia omavaraisten viljelymenetelmien kannattavuudesta. (*Summary: Calculations on the profitability of self-sufficient cultivation methods.*) p. 7-23.
RIEPPONEN, L. Omavaraisen ja tavanomaisen viljelyn kannattavuuden vertailu. (*Summary: Comparison of the profitability of self-sufficient and conventional cultivation methods.*) p. 25-33.
15. KEMPPAINEN, E., JAAKKOLA, A. & ELONEN, P. Peltomaiden kalkitustarve ja kalkituksen vaikutus viljan ja nurmen satoon. (*Summary: Effect of liming on yield of cereals and grass.*) 44 p. + 29 liitettä ja 7 kuvaliitettä.
16. VUORINEN, M. & TAKALA, M. Sinimailasen viljelyyn vaikuttavia tekijöitä. (*Summary: Management of alfalfa.*) 17 p. + 1 liite ja 19 liitetaulukkoa.

17. VILKKI, J. Jyty-sareptansinappi. (*English summary.*) 12 p. + 8 liitettä.
18. PÄRSSINEN, P. Antti-nurminata. (*English summary.*) 10 p. + 2 liitettä.
19. LUOSTARINEN, M. & OLIN, A. Maatilojen ympäristöhoito ja -suunnittelu. Lounais-Hämeen maatilojen ympäristösuunnittelun tulokset ja maatilayhteistyön tutkimusohjelma vuosille 1993–96. (*Abstract: Environmental management and planning by farms. The results of environmental planning by farms in South-West Häme, Finland, and the research plan for farm co-operation during 1993 to 1996.*) 86 p. + 1 liite.
20. HUHTA, H. & JAAKKOLA, A. Viljelykasvin ja lannoituksen vaikutus ravinteiden huuhtoutumiseen turvemaasta Tohmajärven huuhtoutumiskentällä v. 1983–87. 66 p. + 7 liitettä.

1994

1. LINNA, P. & JANSSON, H. Biotiitti nurmen kaliumlannoitteena. (*Summary: Biotite as a potassium fertilizer in grass production.*) 13 p. + 18 liitettä.
2. MUSTONEN, L., RANTANEN, O., NIEMELÄINEN, O., SANKARI, H., KONTTURI, M. & MÄKELÄ, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1986–1993. 112 p. + 1 liite.
3. HAKKOLA, H. Turpeeseen sekoitetun naudanlietelannan lannoitusvaikutus ja varastoinnin aikaiset ravinnehävikit. (*Summary: The fertilization effect of peat manure and nutrient losses during storage.*) 20 p. + 1 liite.
4. EVERS, A-M. Lannoituksen vaikutus kasvien ravitsemukselliseen laatuun. Kirjallisuustutkimus. (*Summary: The effect of fertilization on the nutritional quality of vegetables. A literature review.*) 22 p.
5. KEMPPAINEN, R. Lannoitustavan vaikutus porkkana-, peruna- ja ohralajikkeiden satoon ja sadon laatuun. Komposti- ja väkilannoituksen vertailu. (*Summary: Effect of fertilization method on yield and yield quality of carrot, potato and barley. Comparison between compost and mineral fertilizer.*) 29 p. + 5 liitettä.
6. KANGAS, A., SIMOJOKI, P. & TALVITIE, H. Kevätviljojen kylvösiemenen taantuminen. (*Summary: Deterioration of the yielding capacity of cereal seed.*) 17 p.
7. VÄNNINEN, I. Kasvihuoneviljelmien tuhoeläimet ja torjunta-aineiden käyttö. Vuoden 1992 kyselytutkimuksen tulokset. (*Summary: Pests and pesticide usage on greenhouse cultivations. Results of a questionnaire survey from 1992.*) 30 p.
8. VIRKAJÄRVI, P. & KARVONEN, K. Mittalautasen soveltuvuus timoteivaltaisen laidunnurmen kuiva-ainemassan määrittämiseen. 21 p. + 1 liite.
9. RANTALA, M., UUSIVIRTA, R., ULMANEN, S. & HANNUKKALA, A. Sellutehtaan kuorijäte lietelannan, sakokaivolietteen ja jätevesien käsittelyssä. (*Summary: The barking waste from a pulp mill in the treatment of cow slurry, septic tank sludge and waste water.*) 54 p.
10. KALLIO, M. & SAIRANEN, S. Kotieläinten luonnonmukainen ruokinta. Kirjallisuuskatsaus. 20 p.

11. REGÅRDH, E. & NIEMELÄINEN, O. Luonnonvaraisten ruohovartisten kasvien siemenlisäyksen kehittäminen. Kirjallisuusselvitys. (*Summary: Developing the seed multiplication of herbaceous wild plants. A literature survey.*) 50 p. + 2 liitettä.
12. PAHKALA, K., MELA, T. & LAAMANEN, L. Agrokuidun tuotanto- ja käyttömahdollisuudet Suomessa. Alustavan tutkimuksen loppuraportti 1990–1992. (*Summary: Prospects for the production and use of agrofibre in Finland. Final report of the preliminary study in 1990–1992.*) 56 p. + 2 liitettä.
13. VIRKAJÄRVI, P. & HUHTA, H. Nurmen viljely polttoturvesoiden jättöalueilla. Timoteinurmen kaliumlannoitus Tohmajärven Valkeasuolla. (*Summary: Grass production on cut-away peatlands. Potassium fertilization of timothy (Phleum pratense) leys at Valkeasuo, Tohmajärvi.*) 23 p. + 10 liitettä.
14. LAITINEN, P. Allelopatia – kasvien ja muiden eliöiden biokemiallinen vuorovaikutus. Kirjallisuustutkimus. 44 p.
15. URVAS, L. Salaojavesien ravinnehuhtoutumat karjatililla. (*Summary: leached nutrients in drain water on livestock farms.*) 32 p.

JAKELU: MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
Kirjasto
31600 JOKIOINEN
puh. (916) 1881, telekopio (916) 188 339

HINTA: 50 mk (+ alv.)