



MTTK — MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

Tiedote 8/84

ERKKI HUOKUNA
Etelä-Savon tutkimusasema

HEIKKI HAKKOLA
Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasema

**Koiranheinän ja timotein kasvu ja rehuarvon
muutokset säilörehuasteella**

JOKIOINEN 1984
ISSN 0359-7652

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS

TIEDOTE 8/84

ERKKI HUOKUNA ja HEIKKI HAKKOLA/MTTK

Koiranheinän ja timotein kasvu ja rehuarvon muutokset säilörehuasteella

Etelä-Savon tutkimusasema

50600 MIKKELI

(955) 30028

Pohjois-Pohjanmaan tutkimusasema

92400 RUUKKI

(982) 71371

SISÄLLYSLUETTELO

1. JOHDANTO

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

- 2.1. Koepaikat
- 2.2. Sää
- 2.3. Maalaji ja viljavuus
- 2.4. Koekasvit ja nurmen perustaminen
- 2.5. Lannoitus
- 2.6. Kokeen sijoitus
- 2.7. Havainnot ja määritykset

3. TULOKSET

- 3.1. Heinien kasvu ja ulkoinen kehitys
 - 3.1.1. Kasvun alkaminen keväällä
 - 3.1.2. Sadon lehti-%
 - 3.1.3. Kokonaissadot
 - 3.1.4. Sadon kuiva-ainepitoisuus
 - 3.1.5. Tulosten tarkastelu
- 3.2. Rehuarvon muutokset erikseen kevät-, kesä- ja syysadossa
 - 3.2.1. Sadon orgaanisen aineen in vitro sulavuus
 - 3.2.2. Valkuaispitoisuus
 - 3.2.3. Kuitupitoisuus
 - 3.2.4. Kaliumpitoisuus
 - 3.2.5. Kalsiumpitoisuus
 - 3.2.6. Fosforipitoisuus
 - 3.2.7. Magnesiumpitoisuus
 - 3.2.8. Karoteenipitoisuus
 - 3.2.9. Tulosten tarkastelu
- 3.3. Sääolojen vaikutus heinien kasvuun ja rehuarvon muutokseen
 - 3.3.1. Sääolojen vaikutus kasvuun
 - 3.3.2. Sääolojen vaikutus sulavuuteen
 - 3.3.3. Sääolojen vaikutus raakavalkuaispitoisuuteen
 - 3.3.4. Sääolojen vaikutus kuitupitoisuuteen
 - 3.3.5. Tulosten tarkastelu

4. PÄATELMÄT

- 4.1. Säilörehunteon ajankohdan ennustaminen

KIRJALLISUUS

KIITOKSET

TIIVISTELMÄ

Koiranheinän ja timotein kahden lajikkeen kehitystä tutkittiin kahdella typpilannoitustasolla v 1977-80 MTK:n Pohjois-Pohjanmaan ja Etelä-Savon sekä USSR:ssa EMMTUI:n Olustveren koeasemilla. Kummankin lajin lajikkeet eestiläinen ja suomalainen olivat keskenään hyvin samanlaisia. Timotein kevätsadon kasvu oli hieman runsaampaa kuin koiranheinän, mutta kesä- ja syysadossa koiranheinä tuotti enemmän, niin että sen kokonaissato muodostui timoteita hieman suuremmaksi. Koiranheinä tuli tähkälle 3-7 päivää aikaisemmin kuin timotei. Ero oli pienin Ruukissa ja suurin Olustverressä. Typpilannoituksen määrä ei vaikuttanut kehityksen nopeuteen. Tyypen aiheuttama sadonlisäys jokaista typpikiloa kohti välillä 50-100 kg/ha oli 12.8 kg kuiva-ainetta. Kevätsadon päivittäinen lisäkasvu oli 130-150 kg/ha. Keskikesän sadon vastaava kasvu oli 100-120 ja syyskesän sadon 50-70 kg/ha.

Ruohon orgaanisen aineen in vitro sulavuus aleni kevätsadossa keskimäärin 0.43 %-yksikköä vuorokaudessa. Kevätsadossa aleneminen oli 0.20-0.23 ja syysadossa 0.16-0.20 yksikköä. Typpilannoitustasojen välillä ei ollut oleellista sulavuuseroa. Pohjoisessa kehitys oli keväällä nopeampaa kuin etelämpänä. Koiranheinän sulavuus aleni nopeammin kuin timotein.

Ruohon raakavalkuaispitoisuus aleni kevätsadossa keskimäärin 0.35, kevätsadossa 0.23-0.27 ja syysadossa 0.23-0.25 %-yksikköä vuorokaudessa. Typpimäärällä 100 kg/ha lannoitetun kasvuston rv-pitoisuus oli 3-4,5 %-yksikköä korkeampi kuin 50 kg:n lannoituksella. Ero säilyi samana kehityksen edistyessä. Kaikkien tutkittujen kivennäisaineiden K, P, Ca ja Mg pitoisuus aleni loivasti kehityksen edistyessä.

Kasvun ja rehuarvon muutoksiin vaikuttivat voimakkaimmin lämpötilasumma ja suhde kunkin kasvukauden alusta laskettuna. Ruohon orgaanisen aineen sulavuus ja valkuaisainepitoisuus alenivat sitä nopeammin mitä lämpimämpää ja sateisempää oli. Pitkä päivä pohjoisessa hidasti hieman kesä- ja syysadon laadun heikkenemistä. Viileä sää vaikeutti kasvin magnesiumin ottoa. Pitoisuudet olivat alimmillaan varhaiskevällä ja syksyllä.

KOIRANHEINÄN JA TIMOTEIN KASVU JA REHUARVON MUUTOKSET SÄILÖREHUASTEELLA

1. JOHDANTO

Heinien rehuarvon muutoksiin tähkimis- ja kukintavaiheessa kiinnitettiin huomio jo 1950-luvulla (POIJÄRVI 1955) ja korostettiin varhaisen heinänteon tärkeyttä. Sensijaan vastaavista muutoksista verso- ja korsiintumisvaiheessa (säilörehuasteella) on tietoa ollut niukasti ja runsaammin vasta viime vuosina (KIVIMÄE 1966, HARKES & ALEXANDER 1969, SYRJÄLÄ 1974, OLDER & LINNUTAJA 1976, JÖNSSON 1981). Ruohon kasvaessa sen korsi- ja kuitupitoisuus lisääntyy, se muuttuu karkeammaksi ja ravintoaineiden sulavuus heikkenee. Samanaikaisesti sen valkuaissisältö ja useimpien tärkeiden kivennäisaineiden pitoisuus alenee. Muutosten vauhti on joskus tasainen, joskus kiihtyvä tai hidastuva (SALO ym 1975, OLSEN 1978).

Rehuarvon muutokset ovat voimakkaimmat kevätkasvussa, hidastuvat selvästi keskikesän sadossa, syyskesällä ovat suhteellisen vähäisiä (OLDER & LINNUTAJA 1976 ja PULLI 1980). Kehityksen nopeus on eri lajeilla erilainen. Jopa saman lajin eri lajikkeiden välillä saattaa olla aivan ratkaisevia eroja (DENT & ALDRICH 1968). Voimakkaimmiksi muutoksen aiheuttajiksi si ovat osoittautuneet säättekijät, lämpötilasumma, sademäärä ja säteily (PULLI 1980).

Säilörehunurmen sopivimman korjuuajankohdan määrittämiseksi tarvitaan lisää tietoa, jota tällä tutkimuksella pyrittiin tuottamaan. Tutkimus kohdistettiin erikseen kevät-, kesä- sekä syysadon kasvuun ja kehitykseen suomalaisilla ja eestiläisillä lajikkeilla. Se suoritettiin Suomen ja Neuvostoliiton tieteellis-teknillisen yhteistyösopimuksen puitteissa vuosina 1977-80.

2. AINEISTO JA MENETELMÄT

2.1. Koepaikat

Tutkimus suoritettiin v. 1977-80 U.S.S.R:ssa Eesti NSV:ssa EMMTUI:n Olustveren koemasella, jonka sijainti on 58⁰22' N.lat. sekä Suomessa MTTK:n Etelä-Savon koemasella Mikkelissä (61⁰40') ja Pohjois-Pohjanmaan koemasella Ruukissa (64⁰40'). Koepaikan korkeus merenpinnasta on välillä 20-100 m. Kaikilla koepaikoilla on talvisin lunta 3-6 kk:n ajan ja maa on roudassa 5-50 cm 3-7 kk:n ajan.

2.2. Sää

Eri kesäkuukausien (V-IX) keskilämpötilat ja sademäärät esitetään taulukoissa 1 ja 2. Koko koekauden keskilämpötilat (V-IX) olivat Olustveressa 13.4, Mikkelissä 12.3 ja Ruukissa 11.2 °C. Keskimäärin Olustvere oli myös sateisin, 367 mm touko-syyskuussa. Mikkelissä vastaava luku oli 326 mm ja Ruukissa 247 mm. Kesä 1978 oli Olustveressa poikkeuksellisen sateinen. Muut kesät olivat Olustveressa ja Mikkelissä lähes yhtä sateisia. Ruukki oli koepaikoista vähäsateisin.

2.3. Maalaji ja viljavuus

Mikkelissä ja Ruukissa maalaji ja ravinteisuus olivat keskimäärin:

	Maalaji	Humus-%	pH	P	K	Ca	Mg
Mikkeli	Ht	6	6.2	9.5	280	1500	95
Ruukki	Ht	5	5.8	17.0	70	850	50

Taulukko 1. kesäkuukausien keskilämpötilat C⁰ eri koepaikoilla v. 1977-80

kuu - kausi	Olustvere				Mikkeli				Ruukki			
	1977	-78	-79	-80	1977	-78	-79	-80	1977	-78	-79	-80
V	11.1	10.2	12.5	7.5	8.9	10.0	10.9	7.0	6.1	8.4	8.7	6.5
VI	15.1	14.4	16.7	17.3	13.9	14.1	15.0	17.2	12.1	12.9	13.7	16.0
VII	15.2	15.4	14.4	16.6	14.8	15.3	15.0	16.2	14.2	14.6	15.4	15.9
VIII	14.6	14.7	16.4	14.7	13.4	12.6	15.4	14.0	11.7	11.7	14.5	12.7
IX	9.0	8.9	10.4	10.8	7.1	7.3	8.9	9.5	6.6	6.9	8.4	8.6
kesk.	13.0	12.7	14.1	13.6	11.6	11.9	13.0	12.8	10.1	10.9	12.1	11.9
koekausi keskim.	13.4				12.3				11.2			

Taulukko 2. Kesäkuukausien sademäärät mm eri koepaikoilla v. 1977-80

kuu- kausi	Olustvere				Mikkeli				Ruukki			
	1977	-78	-79	-80	1977	-78	-79	-80	1977	-78	-79	-80
V	53	38	57	63	50	6	53	54	42	3	45	33
VI	44	62	40	59	49	55	44	65	37	53	41	51
VII	106	104	89	73	87	43	126	49	102	31	51	22
VIII	40	165	44	82	52	85	47	157	57	70	89	59
IX	77	158	73	42	82	69	96	34	38	57	79	27
Summa	320	527	303	319	320	258	366	359	276	214	305	192
Keskim.	367				326				247			

Maan viljavuus näytti parhaalta Mikkelissä ja se näkyi myös sadoissa. Todettiin, että maan viljavuus yleensä väheni koekauden aikana. Vain fosforipitoisuus lisääntyi.

2.4. Koekasvit ja nurmen perustaminen

Koekasveina olivat timotei, lajikkeet Jõgeva 54 ja Tammisto sekä koiranheinä, lajikkeet Jõgeva 242 ja Tammisto.

Kylvö suoritettiin keväällä 1976 ohra suojaviljana. Siemenmäärät olivat timotei 20 ja koiranheinä 25 kg/ha. Perustaminen onnistui Olustveressa ja Mikkelissä hyvin, mutta Ruukissa oli talvella 76/77 pelloilla jääpeite, joka tuhosi osan kokeesta. Siitä saatiin kuitenkin satonäytteet kesällä 1977 ja silloin perustettiin uusi koe, joka onnistui hyvin.

Yleensä koenurmet talvehtivat harvinaisen hyvin. Koiranheinäruudut olivat tiheät ja puhtaat vielä neljäntenä vuonna. Sensijaan timoteinurmet harvenivat ja rikkaruohottuivat neljäntenä vuonna merkittävästi.

2.5. Lannoitus

Lannoitus annettiin jokaiselle sadolle erikseen. Fosforin ja kalin määrät P 20 ja K 30 kg/ha olivat aina samat. Typpi oli koetekijä.

2.6. Kokeen sijoitus

Tutkimus käsitti jokaisessa koepaikassa oikeastaan kolme erillistä koetta, joista A:n osaniitot tehtiin kevätkesällä, B:n keskikesällä ja C:n syyskesällä. B ja C niitettiin tasaiseksi tähkimisen alkaessa ja C vastaavan korkuisena heinäkuun jälkipuoliskolla. Myös koeniittojen jälkeen kasvustot

tasoitettiin, joten jokainen kohta tuli kesän aikana niitetyksi kolmeen kertaan. Sijoitus kentälle oli Split-split-plot menetelmä, jossa N-tasot muodostivat pääruudut, lajit ja lajikkeet alaruudut ja osaruutuina olivat viikottain niitetyt ruudut (5-6 kpl).

Koejäsenet: N-lannoitus 50 ja 100 kg/ha N joka sadolle (3 kertaa)

Kasvit: Timotei ja koiranheinä

Lajikkeet. Jögeva 54 ja Tammisto sekä Jö 242 ja Tammisto

Kerranteita oli 3.

2.7. Havainnot ja määritykset

Kenttähavainnot tehtiin talvehtimisesta, kasvun alkamisesta, ruohon korkeudesta, kehitysasteesta sekä kylvetyn lajin osuudesta sadossa.

Satonäytteet käsiteltiin tavanomaiseen tapaan kuivattamalla ne 60 C^o:ssa. Mikkelin ja Ruukin näytteistä tehtiin rehuanalyysi MTTK:n Lapin koeasemalla ja in vitro sulavuusmääritykset Helsingin yliopiston kotieläintieteen laitoksella TILLEY & TERRYn (1963) menetelmällä. Tilastomatemaattinen käsittely suoritettiin MTTK:n laskentatoimistossa Jokioisissa SPSS ohjelmalla.

Lämpötilasumman parhaaksi kynnyksarvoksi ≥ 5 C^o. Kuiva-ainesadon sekä sadon sulavuuden, valkuais-, kuitu- ja kivennäispitoisuuksien riippuvuutta lämpötilasummasta, sademäärästä ja päivänpituudesta testattiin pääasiassa kolmannen asteen polynomilla. Sadon eri komponenttien muutoksia ja muutoksien suhdetta testattiin valikoivassa regressioanalyysissä. Mallin hyväksymisperusteena käytettiin riskitasoa $P \geq .95$.

3. TULOKSET

3.1. Heiniön kasvu ja ulkoinen kehitys

3.1.1. Kasvun alkaminen keväällä

Ruohonkasvu alkoi visuaalisten havaintojen mukaan melko tarkkaan silloin, kun vuorokauden keskilämpötila ylitti $+5^{\circ}\text{C}$. Kumpaankin kriteeriin perustuen merkittiin kasvun alkamispäivä. Vuosien välillä oli suuriakin eroja jokaisessa koepaikassa ja keskimäärin koepaikkojen väliset erot olivat 12 ja 11 päivää (Taulukko 3).

Taulukko 3. Kasvun alkaminen ja 1. niitot eri koepaikoissa eri vuosina.

Vuosi	Kasvun alkaminen			1. niitto		
	Olustvere	Mikkeli	Ruukki	Olustvere	Mikkeli	Ruukki
1977	22.4.	28.4.	27.5.	23.5.	1.6.	13.6.
1978	2.5.	12.5.	15.5.	29.5.	29.5.	6.6.
1979	23.4.	12.5.	15.5.	28.5.	31.5.	6.6.
1980	23.4.	5.5.	15.5.	2.6.	2.6.	4.6.
keskim.	25.4.	7.5.	18.5.	28.5.	1.6.	7.6.
Ero	12 pv 11 pv			4 pv 6 pv		

Ensimmäiset koeniitot aloitettiin, kun koiranheinä oli noin 30 cm korkea. Tällöin olivat erot koepaikkojen välillä jo paljon lyhentyneet (4 ja 6 päivää Mikkeliin verrattuna). Keskimäärin koiranheinä tuli tähkälle Olustveressa 1.6., Mikkeliissä 5.6. ja Ruukissa 11.6. Vastaavat päivämäärät timotein kohdalla olivat 4.6., 10.6. ja 18.6. Lajikkeiden välillä oli toisinaan 1-2 päivän ero suuntaan tai toiseen.

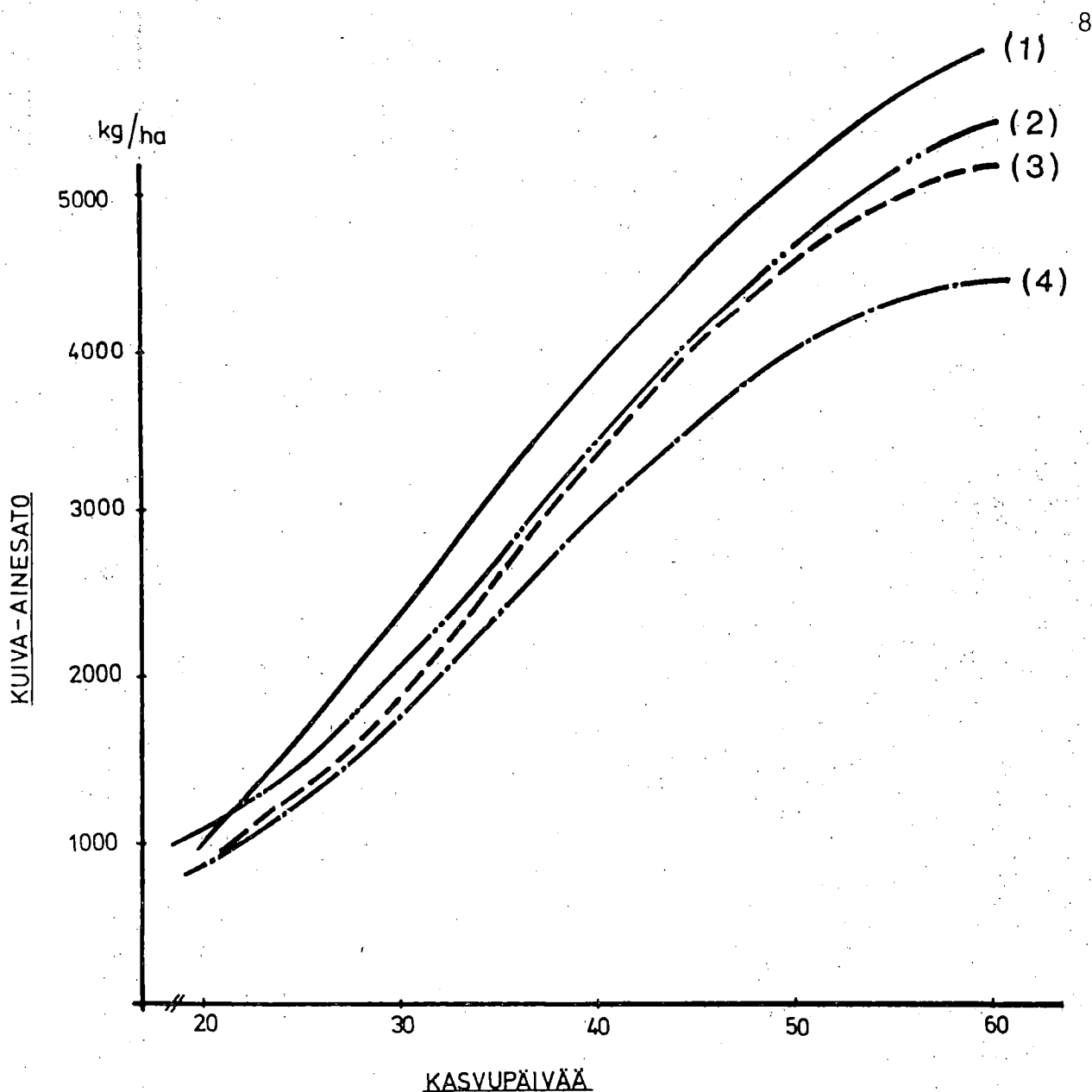
Typpilannoitustasojen välillä ei eroja ollut.

Keskikesän sadossa tuli timoteihin tähkiä hieman runsaammin kuin koiranheinään. Kaiken kaikkiaan kesäsato pysyi kuitenkin vähäkortisena. Syys-sadossa tavattiin vain muutamia tähkiä.

3.1.2. Sadon lehti-%

Lehden osuus sadossa aleni varsinkin timotein kevätsadossa hyvin nopeasti. Tähkimisen alussa se oli keskimäärin 45 % ja kukinnan alkaessa 17 %. Lajikkeiden ja typpilannoitustasojen välillä ei ollut olennaista eroa. Koiranheinällä vastaavat luvut olivat keskimäärin 60 ja 35. Jögeva 242 oli hieman lehtevämpi kuin Tammiston koiranheinä. Kesä- ja syys-sadossa ei lajien välistä lehtevyuseroa havaittu ja kehitys oli hidasta. Lehtien osuus aleni noin 75 %:iin koko sadosta.

Kuiva-ainesadon kasvu oli kasvukauden alussa viileinä toukokuun päivinä suhteellisen vähäistä. Kolmen ensimmäisen viikon aikana se oli vain 1000-1500 kg/ha, mikä oli keskimäärin 40-60 kg päivää kohti. Mutta suunnilleen siihen aikaan, kun koeniitot aloitettiin, alkoi runsaan kasvun kausi. Kuiva-ainesadon kasvu oli lähes suoraviivaista melkein koko 35 päivän tutkimuskauden, jona aikana heinät ehtivät täysin tähkälle ja koiranheinä toisinaan kukintaan. Sekä timotein että koiranheinän lisäkasvu päivässä oli keskimäärin jokseenkin sama. Runsaammalla, 100 N typpilannoituksella se oli selvästi suurempi kuin niukemmalla, (kuvat 1 ja 2). Kevätkesällä koejakson alussa kasvu oli noin 100 kg/ha päivässä. Korrenmuodostuksen aikaan se oli 130-150 kg ja väheni taas kukinnan lähestyessä noin 100 kilogrammaan. Yksittäistapauksissa se oli jopa 270 kg päivässä viikon mittaisina kausina. Kesäsadon kasvu oli kummassakin sadossa kiivainta 25-35 päivää niitosta ja väheni selvästi kasvuston vanhentuuessa.



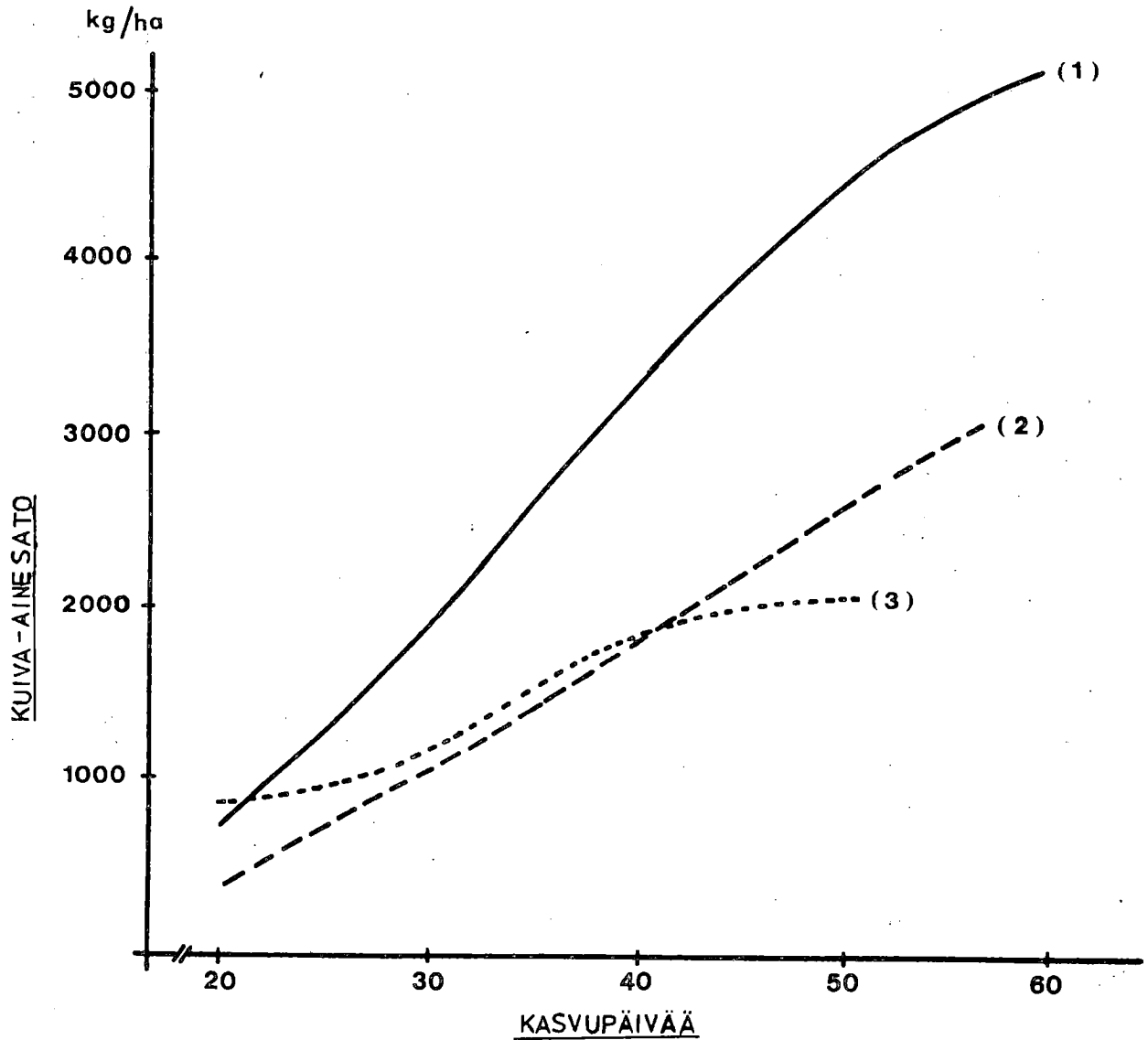
(1) Timotei 100 N: $Y = -809.494 + 31.150X + 3.776X^2 - 0.04076X^3$
 Kevätsato $R^2 = 56.847$, $F = 50.937^{***}$

(2) Koiranheinä 100 N: $Y = 1738.483 - 164.478X + 8.038X^2 - 0.0712X^3$
 Kevätsato $R^2 = 50.920$, $F = 39.775^{***}$

(3) Timotei 50 N: $Y = 1257.797 - 156.941X + 8.253X^2 - 0.0758X^3$
 Kevätsato $R^2 = 54.500$, $F = 46.315^{***}$

(4) Koiranheinä 50 N: $Y = 1378.320 - 152.986X + 7.735X^2 - 0.0723X^3$
 Kevätsato $R^2 = 53.110$, $F = 43.804^{***}$

Kuva 1. Koiranheinän ja timotein kuiva-ainesadon kasvu kevätkesälä typpilannoitustasoilla 50 N ja 100 N. Kaikki koepaikat 1977-80.



(1) Kevätsato: $Y = 1257,797 - 156,941X + 8.253X^2 - 0.0758X^3$
 $R^2 = 54.500, F = 46.315***$

(2) Kesäsato: $Y = -1342.395 + 111.011X - 1.292X^2 + 0.0127X^3$
 $R^2 = 52.786, F = 40.993***$

(3) Syysato: $Y = 2796.267 - 231.717X + 8.582X^2 - 0.0845X^3$
 $R^2 = 29.985, F = 15.132***$

Kuva 2 . Timotein kuiva-ainesadon kasvu eri sadoissa typpilannoitustasolla 50 N. Kaikki koepaikat 1977-80.

3.1.3. Kokonaissadot

Kokonaissadot muodostuivat varsin korkeiksi (taulukot 4 ja 5) ja eri vuosina harvinaisen tasaisiksi. Koepaikkojen välillä oli eroja. Suurimmat sadot saatiin Mikkelissä, jossa koepaikan maan ravinteisuus ja kosteusolot olivat hyvät. Haittaavaa kuivuutta ei todettu koko koekautena. Olusveressa oli satotaso tätä alempi ilmeisesti maalajista ja ajoittaisesta kuivuudesta johtuen. Ruukin satotaso oli alin, johon vaikutti jo kasvukauden lyhyys pohjoisessa. Yllättävää oli satojen, varsinkin koiranheinäsatojen tasaisuus koko koekauden ajan. Vain timotein sadot alenivat neljännen vuoden nurmessa. Olusveressa ja Ruukissa koiranheinä oli hieman, mutta Mikkelissä selvästi satoisampi kuin timotei. Suuremmalla typpilannoituksella (koko kesän sadolle 300 kg/ha) saatiin keskimäärin 26 % suurempi sato kuin pienemmällä (150 kg/ha). Lisätypen teho oli kevätsadossa suhteellisesti heikompi (20 %) kuin kesä- (30 %) ja syyssadossa (31 %). Annettu lisätyppikilo tuotti 12.3 kg:n kuiva-ainesadon lisäyksen.

Tutkimuksessa olleet sekä timotei- että koiranheinälajikkeet olivat harvinaisen tasaväkisiä niin kokonaissatonsa kuin kasvurytminsäkin puolesta.

Kokonaissato jakaantui prosentuaalisesti seuraavasti:

	kevät-	kesä-	syyssato %
N 150 timotei	43	29	28
N 150 koiranheinä	41	30	29
N 300 timotei	43	29	28
N 300 koiranheinä	37	32	31

Lukusarjat osoittavat, että timotein pääsato ajoittuu voimakkaammin kevätkesään kuin koiranheinän. Runsaampi typpilannoitus ei vaikuttanut timo-

Taulukko 4. Kokonaissato kuiva-ainetta kg/ha

N-lannoitus 150 kg/ha/v.

		Timotei		Koiranheinä	
		Jõgeva 54	Tammisto	Jõgeva 242	Tammisto
Olustvere	1977	8310	8030	9000	8730
	-78	8250	7350	7360	7710
	-79	7020	7190	7450	7460
	-80	5890	6260	7130	6690
	keskimäärin	7370	7210	7740	7650
Mikkeli	1977	9480	10380	9090	8370
	-78	8970	9830	11510	9870
	-79	9200	10210	9740	9750
	-80	4010	5080	10340	9230
	keskimäärin	7920	8880	10170	9310
Ruukki	1977	4280	5110	6100	3530
	-78	6660	6110	5740	5830
	-79	4940	5270	7610	6090
	-80	4110	3590	6600	6570
	keskimäärin	5000	5020	6510	5510

Taulukko 5. Kokonaissato kuiva-ainetta kg/ha

N-lannoitus 300 kg/ha/v.

		Timotei		Koiranheinä	
		Jõgeva 54	Tammisto	Jõgeva 242	Tammisto
Olustvere	1977	9180	9150	8890	9040
	-78	9750	9790	8590	8910
	-79	7660	7960	9510	9840
	-80	7710	7850	9310	8640
keskimäärin		8580	8690	9070	8880
Mikkeli	1977	10480	11620	11380	11060
	-78	12500	11540	14100	13190
	-79	12330	12390	13780	12660
	-80	6520	6950	12220	11310
keskimäärin		10460	10630	12870	12060
Ruukki	1977	7430	6830	5010	7730
	-78	7630	7480	7320	6700
	-79	8710	10010	9510	9940
	-80	5610	6420	7180	7250
keskimäärin		7350	7690	7260	7910

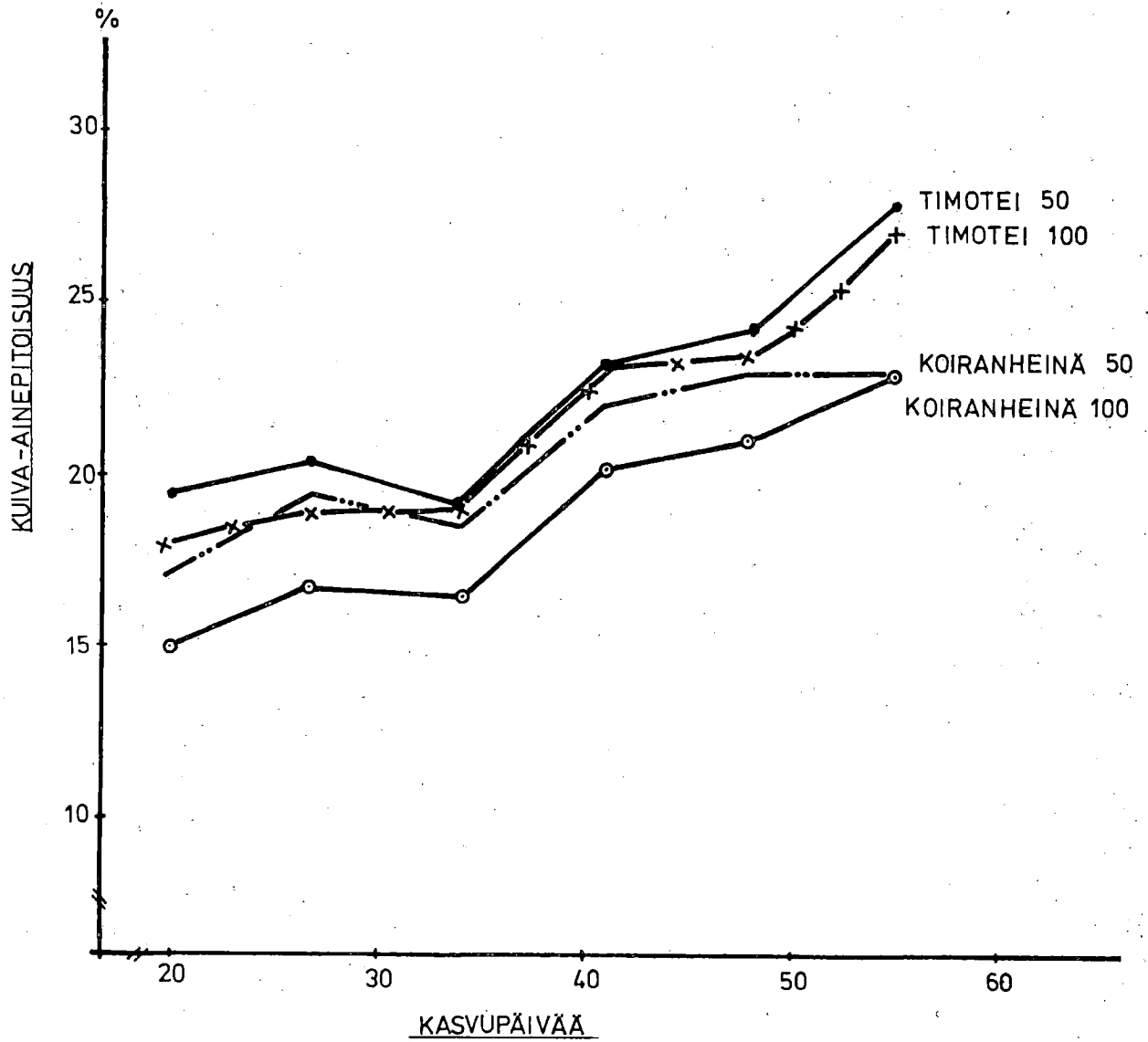
tein kasvurytmiin, mutta koiranheinällä se tasoitti osasatojen erilaisuutta nostamalla kesä- ja syysatojen suhteellista osuutta.

3.1.4. Sadon kuiva-ainepitoisuus

Jokaisen koejäsenen kuiva-ainepitoisuus määritettiin jokaisella korjuukerralla. Aineistoa ei kuitenkaan käsitelty tilastollisesti, koska korjuuhetken sää vaikutti ruohon kosteuteen ratkaisevasti. Niitot tehtiin aina samana viikonpäivänä ja tavallisesti samaan kellonaikaan, satoi tai paistoi. Yleisenä trendinä havaittiin, että kuiva-ainepitoisuus nousi viiden viikon tutkimusjakson aikana 4-5 %-yksiköllä. Timotei oli 2-3 yksikköä kuivempaa kuin koiranheinä. Myös typpitasojen välillä oli sama 2-3 yksikön ero alemman typpitason heinän oltua kuivempaa (kuva 3).

3.1.5. Tulosten tarkastelu

Koenurmien satotaso oli hieman tavallista korkeampi. Tosin suurempi typpilannoitus (3 x 100 kg/ha) on lähes riittävä näissä oloissa maksimikasvun saavuttamiseen (HIIVOLA & al. 1974). Suomen oloissa se on keskimäärin liiankin suuri annos, koska varsinkin runsas syysannos heikentää kasvien talvehtimistä (HUOKUNA & HIIVOLA 1974). Näinä vuosina ei talvehtimisvaurioita mainittavasti sattunut ja niin satotaso pysyi jopa nurmen neljänteen ikävuoteen saakka yllättävän korkeana. Useimmissa tapauksissa satotaso laskee, joskus jyrkästikin nurmen vanhetessa (HIIVOLA & al. 1974, HUOKUNA & LAPIOLAHTI 1980). Ilmeisesti hyvään tulokseen vaikutti myös P ja K ravinteiden oikea annostelu ja jako joka sadolle yhdessä typen kanssa.



Kuva 3 . Ruohon kuiva-ainepitoisuuden muuttuminen kevätsadossa keskimäärin v. 1977-78 Mikkelissä.

Koiranheinä osoittautui varsinkin Mikkelissä erittäin satoisaksi ja var-
maksi kasviksi. Mutta hyvin kesti myös timotei tämän kolminiittojärjes-
telmän. Tosin se neljäntenä vuonna heikkeni selvästi ja nurmi rikkaruo-
hottui. Tässä kokeessa ei havaittu alku- ja keskikesän eriaikaisilla nii-
toilla mitään vaikutusta timotein talvehtimiseen tai yleensä nurmen har-
venemiseen, kuten kanadalaisissa tutkimuksissa on todettu (GRANT & BURGESS
1978).

Kokonaissadot olivat niin korkeat, että monessa tapauksessa sadossa kor-
jattiin typpeä enemmän kuin lannoitteina oli annettu. Noissa tapauksissa
kevätsato oli ottanut kaiken lannoitetypen jo ennen tähkälletuloa. Tämä
osoitti, että täystiheä kasvusto ja oikeat ravinnesuhteet voivat nostaa ty-
pen hyväksikäyttöasteen melko korkeaksi. Huuhtoutumista ei ilmeisesti ole
paljon tapahtunut, mutta sensijaan sato on käyttänyt mullan luontaista
typpivarastoa.

Ruohon päiväkasvu kiihtyi runsaimmaksi tähkimisvaiheessa, jolloin se yk-
sittäistapauksissa oli lähes 300 kg/ha, jonka myös RINNE (1977) on mitan-
nut. Päiväkasvut ovat korkeimpia, mitä kirjallisuudessa on mainittu saa-
vutetun ilman sadetusta.

Suurimman koejäsenten välisen eron aiheutti typpilannoitus. Suuremman lan-
noituksen (100 kg/ha/sato) saanut ruoho kasvoi aina nopeammin kuin vähem-
män lannoitettu (50 kg/ha/sato) (kuva 1). Kevätsadolle voitaisiin antaa
yli 100 kg typpeä, mutta syysadolle 50-60 kiloa on sopivin ja turvalli-
sin annos.

Timotein ja koiranheinän välillä oli pieni ero. Koiranheinä on yleensä
todettu nopeasti kasvavaksi lajiksi (MELA 1975). Englannissa on myös la-
jikkeiden välillä todettu olleen melkoisia eroja (HARKESS & ALEXANDER
1969). Mutta tässä tapauksessa sekä Jõgeva 54 ja Tammiston timotei, että
koiranheinät Jõ 242 ja Tammiston koiranheinä olivat melko tarkkaan tois-

tensa kaltaisia. Ainoa havaittu ero oli, että Jõgeva 242 oli hieman lehtevämpi kuin Tammiston koiranheinä. Tähkälle tulossa koiranheinä oli noin viikkoa timoteita aikaisempi.

3.2. Rehuarvon muutokset erikseen kevät-, kesä ja syysadossa

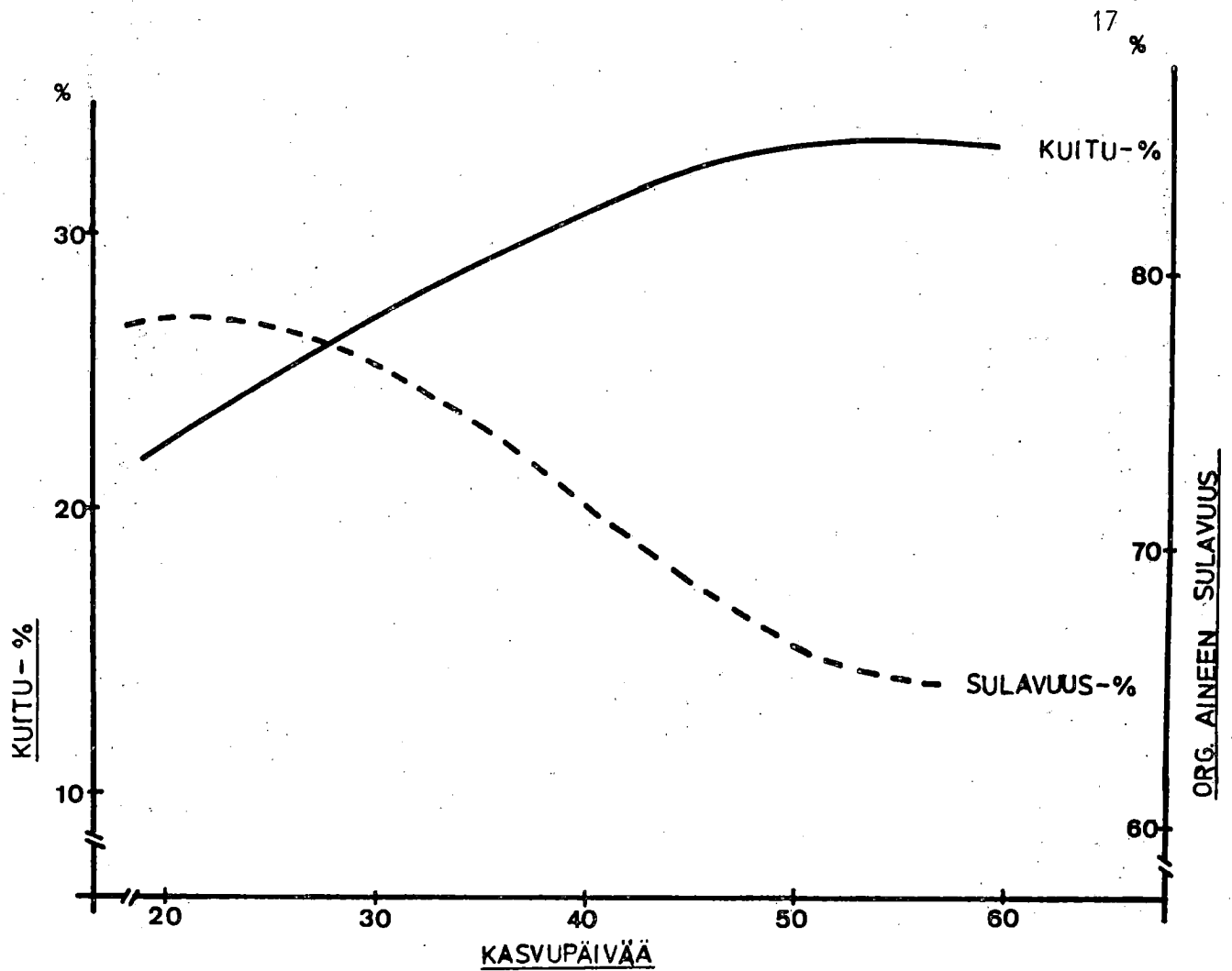
Tässä tutkimuksessa seurattiin perusteellisesti sadon sulavuuden, kuiva-, valkuais-, sekä K-, P-, Ca- ja Mg-pitoisuuksien muuttumista. Sadon kuiva-aine- ja tuhkapitoisuuden muutoksista esitetään vain esimerkit. Karoteenimääritykset tehtiin vain Olustveren näytteistä.

Tutkimuksessa mukana olleiden Jõgeva 54 ja Tammisto timoteilajikkeiden välillä ei havaittu minkään ominaisuuden kohdalla mainittavaa eroa. Sama oli myös koiranheinien Jõgeva 242 ja Tammisto välillä. Sen vuoksi on tämän tutkimuksen tilastollisessa käsittelyssä yhdistetty kummankin heinän lajikkeet.

3.2.1. Sadon orgaanisen aineen in vitro sulavuus

Ravintoaineiden sulavuus aleni keskimäärin melko tasaisesti sadon vanhetessa (kuvat 4,5 ja 6).

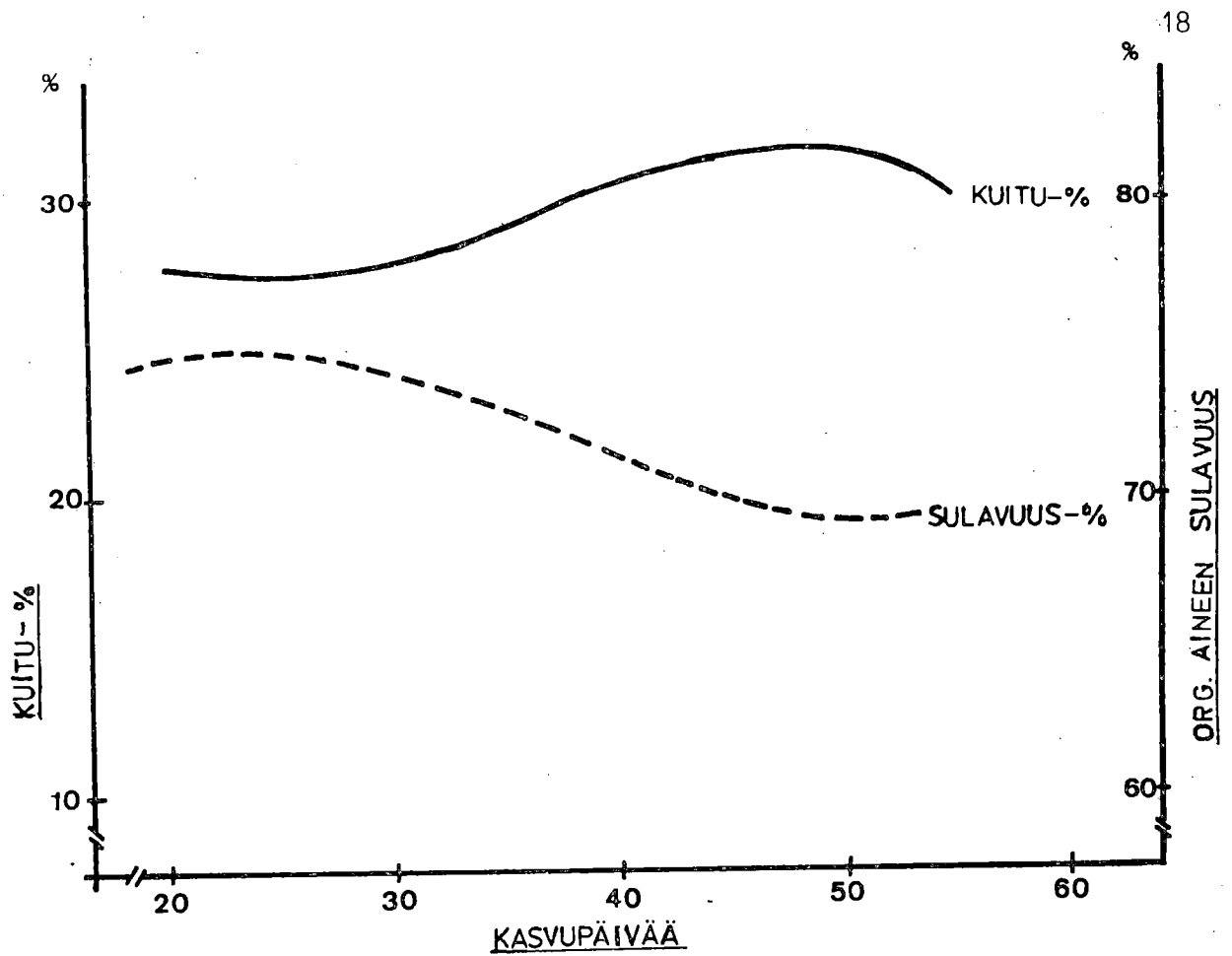
Tarkkailukautena, joka alkoi noin 20 päivää kasvun alkamisesta keväällä tai niitosta keskikesällä ja syksyllä, ja jatkui 28-35 päivää, aleni kevätsadon sulavuus 78-66 %:iin (kuva 4). Timotein ja koiranheinän välillä ei ollut mainittavaa eroa. Keskikesän sadossa timotein sulavuus oli kauden alussa 2-3 yksikköä korkeampi kuin koiranheinän ja ero vielä jakson aikana suureni. Syysadossa lähtötason ero oli 1-3 yksikköä timotein hyväksi. Typpilannoitustasojen välillä, 50 ja 100 kg/ha N satoa kohti, ei sadon sulavuudessa havaittu eroja.



Kuitu-%: $Y = 14.553 + 0.258X + 0.0096X^2 - 0.00015X^3$
 $R^2 = 66.188, F = 75.692^{***}$

Sulavuus-%: $Y = 58.701 + 2.119X - 0.067X^2 + 0.0005X^3$
 $R^2 = 71.772, F = 64.412^{***}$

Kuva 4 . Timotein kuitupitoisuus ja orgaanisen aineen sulavuus in vitro kevätsadossa typpitasolla 100 N. Kaikki koe-
 paikat 1977-80. Sulavuus vain Ruukista ja Mikkelistä.



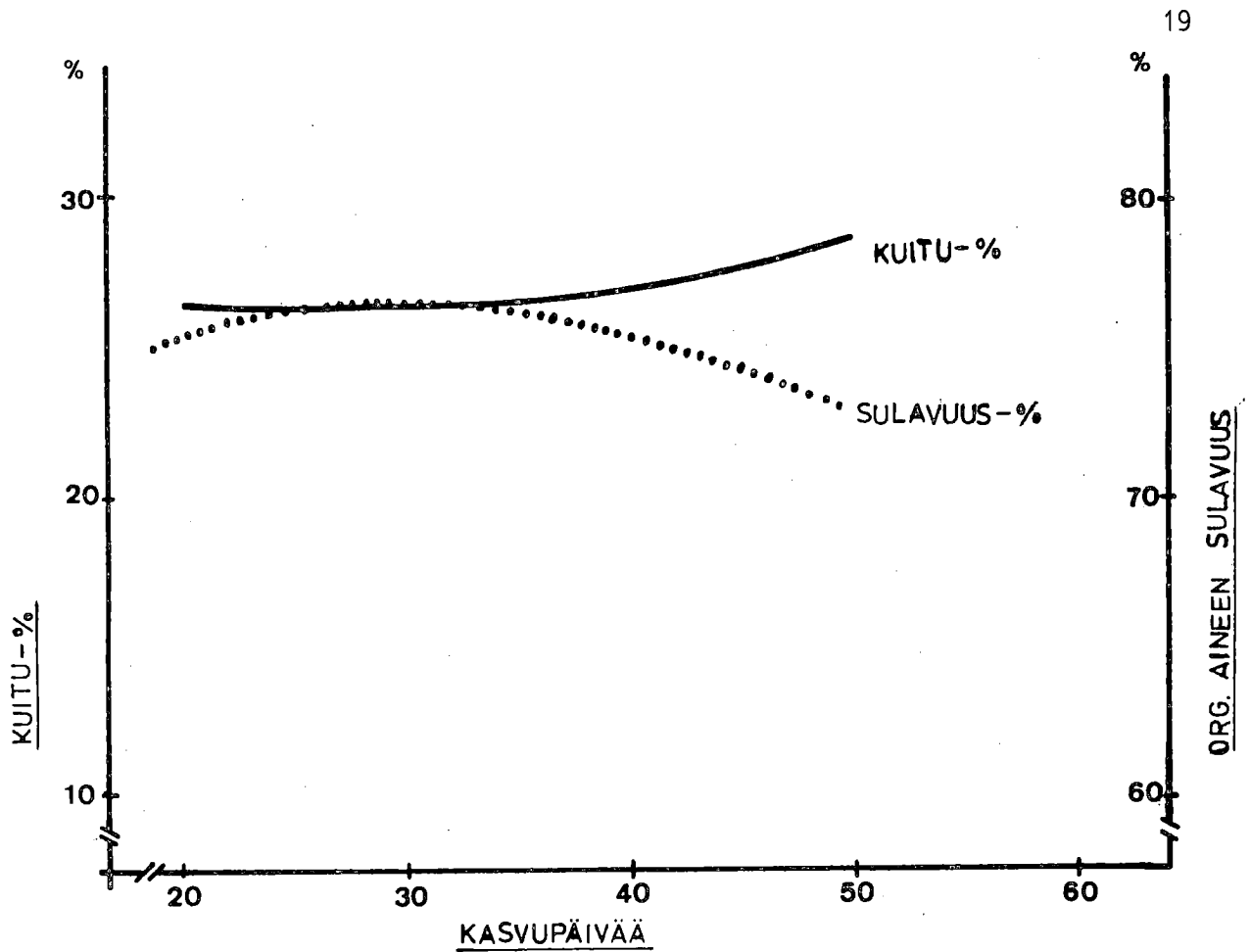
$$\text{Kuitu-\%: } Y = 51.239 - 2.401X + 0.0736X^2 - 0.00067X^3$$

$$R^2 = 23.271, F = 11.121***$$

$$\text{Sulavuus-\%: } Y = 56.306 + 1.913X - 0.059X^2 + 0.0005X^3$$

$$R^2 = 43.963, F = 18.566***$$

Kuva 5 . Timotein kuitupitoisuus ja orgaanisen aineen sulavuus in vitro kesäsadossa typpitasolla 100 N. Kaikki koe-
paikat 1977-80. Sulavuus vain Ruukista ja Mikkelistä.



Kuitu-%: $Y = 27.367 - 0.114X + 0.0015X^2 + 0.000021X^3$
 $R^2 = 6.030, F = 2.267^{\circ}$

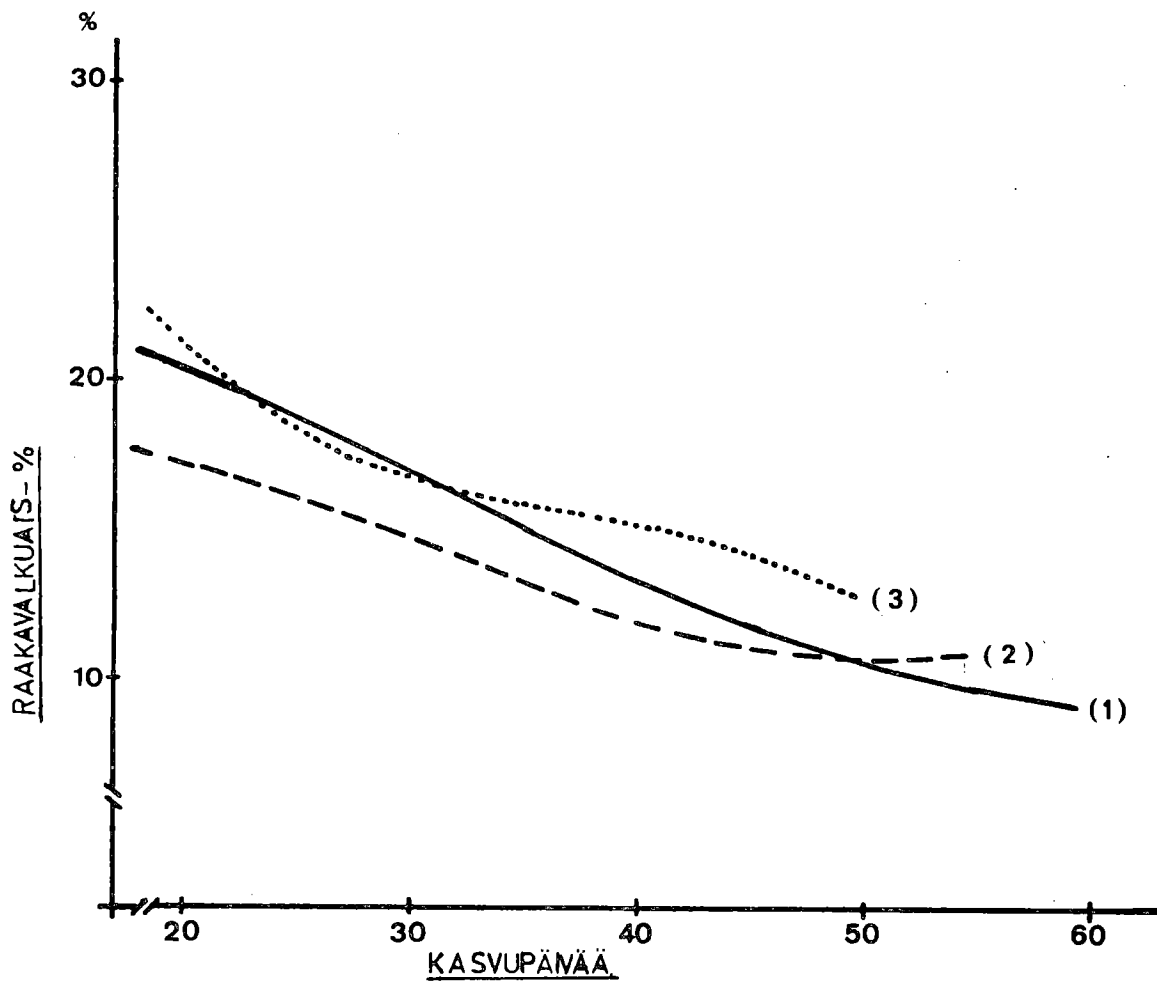
Sulavuus-%: $Y = 62.656 + 1.100X - 0.026X^2 + 0.00002X^3$
 $R^2 = 18.741, F = 5.228^{**}$

Kuva 6 . Timotein kuitupitoisuus ja orgaanisen aineen sulavuus in vitro syyssadossa typpitasolla 100 N. Kaikki koepaikat 1977-80. Sulavuus vain Ruukista ja Mikkelistä.

Satoperiodien, kevätkesän, keskikesän ja syyskesän satojen sulavuudessa oli keskimäärin selvät erot. Kevätsadossa sulavuuden lasku oli jyrkin, 0.43 %-yksikköä vuorokaudessa. Sulavuuden aleneminen kiihtyi jonkin verran kevätkesällä heinien korsiintumisvaiheessa. Keskikesän sadossa sulavuuden aleneminen oli 0.20-0.23 ja syyskesän sadossa 0.16-0.20 yksikköä vuorokaudessa. Kevätsadon sulavuus alitti 70 %:n rajan keskimäärin 43 päivää kasvun alkamisesta. Vastaavan rajan alitti kesäsadon sulavuus 45 kasvupäivän jälkeen. Sensijaan syysadon sulavuus ei laskenut 73 %:n alapuolelle vielä 50 kasvupäivänkään aikana. Koepaikkojen Mikkeli ja Ruukki välillä oli myös havaittavat erot. Kevätsadon sulavuuden lasku oli pohjoisemmassa Ruukissa jyrkempi kuin Mikkeliissä. Myös kesäsadon sulavuus oli Ruukissa hieman alempi kuin Mikkeliissä. Sensijaan syysadon kohdalla tilanne oli päinvastainen, Ruukissa sulavuus oli 2-3 yksikköä korkeampi kuin Mikkeliissä. Ero kasvoi tutkimusvaiheen lopussa.

3.2.2. Valkuaispitoisuus

Sadon valkuaispitoisuuden muutokset seurailivat monessa tapauksessa kuiva-aineen sulavuuden muutoksia. Ruohon vanhetessa sen valkuaispitoisuus aleni jatkuvasti (kuvat 7 ja 8). Valkuaispitoisuus aleni kevätkesällä keskimäärin 0.35 yksikköä, keskikesällä 0.23-0.27 ja syyskesällä 0.20-0.25 yksikköä vuorokaudessa. Alemmalla typpilannoitustasolla (50 N) lasku oli keski- ja syyskesällä loivempi kuin korkeammalla N-tasolla. Typpimäärällä 100 kg/ha lannoitetun kasvuston rv-pitoisuus oli kevätsadossa 3.0-3.5 yksikköä korkeampi kuin 50 kg/ha saaneessa kasvustossa. Keskikesän sadossa ero oli hieman suurempi, 3.0-4.5 yksikköä ja syysadossa 3.5-4.5 yksikköä. Erot säilyivät tutkimusjakson aikana suunnilleen samoina. Valkuaispitoisuusrajan 18 % alitti 50 kg:n N-lannoituksella koiranheinän

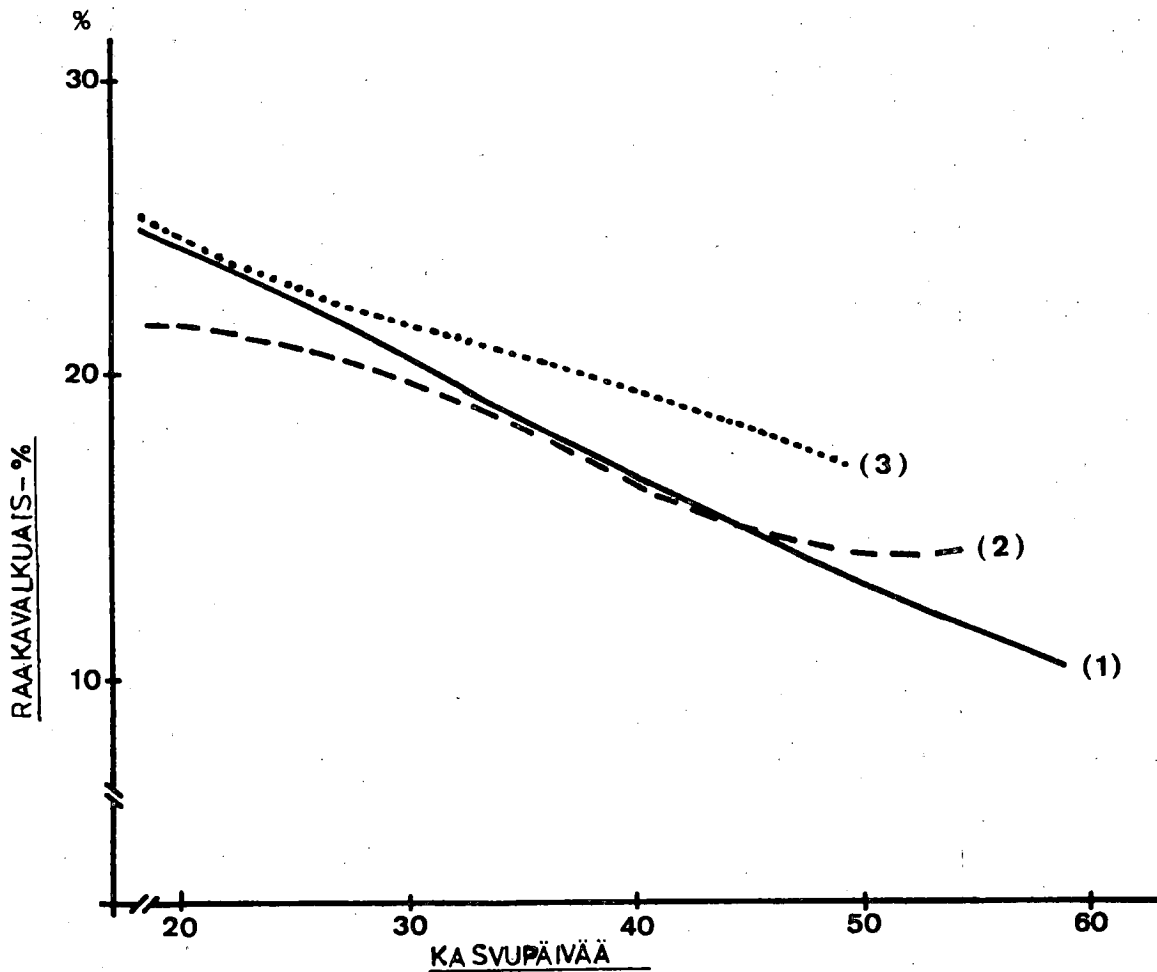


(1) Kevätsato: $Y = 29.865 - 0.507X + 0.00088X^2 + 0.000026X^3$
 $R^2 = 62.950, F = 65.690^{***}$

(2) Kesäsato: $Y = 12.955 + 0.991X - 0.0392X^2 + 0.00037X^3$
 $R^2 = 61.160, F = 57.731^{***}$

(3) Syyssato: $Y = 44.478 - 1.849X + 0.0437X^2 - 0.00039X^3$
 $R^2 = 52.990, F = 39.829^{***}$

Kuva 7 . Timotein raakavalkuaispitoisuuden muutos eri sadoissa typpilannoitustasolla 50 N. Kaikki koepaikat 1977-80.



(1) Kevätsato: $Y = 32.340 - 0.475X + 0.0002X^2 + 0.000025X^3$
 $R^2 = 64.140, F = 69.153***$

(2) Kesäsato: $Y = 5.675 + 1.913X - 0.063X^2 + 0.00057X^3$
 $R^2 = 48.340, F = 34.307***$

(3) Syysato: $Y = 40.164 - 1.343X + 0.035X^2 - 0.00035X^3$
 $R^2 = 35.770, F = 19.677***$

Kuva 8 . Timotein raakavalkuaiseipitoisuuden muutos eri sadoissa tyypilannoitustasolla 100 N. Kaikki koepaikat 1977-80.

keskikesän sato jo ennen 20. kasvupäivää, syyssato 25 ja kevätsato 27 päivää kasvun alkamisesta (kuva 7). Lannoitettuna 100 kg/ha N vastaavat luvut olivat keskikesällä 35, kevätkesällä 36 ja syyskesällä 46 päivää (kuva 8). Rajan 16 % alitti 50 N kasvusto kesällä 25, keväällä 32 ja syksyllä 33 päivää kasvun alkamisesta (ed. niitosta). Lannoituksella 100 N vastaavat luvut olivat kesällä 40, keväällä 42 ja syksyllä 50 päivää.

Kasvilajien, timotein ja koiranheinän välillä oli erona, että koiranheinän kevätsato oli valkuaispitoisempaa kuin timotein. Kesäsadossa tilanne oli päinvastainen. Syyssadossa ei ollut eroa. Koepaikkojen välillä oli melko selviä eroja. Olustveressa taso oli korkein ja Mikkeliissä alin. Ruukissa oli syyssadon valkuaispitoisuus korkeampi kuin muissa koepaikoissa.

3.2.3. Kuitupitoisuus

Sadon raakakuitupitoisuus lisääntyi lähes poikkeuksetta kasvuston vanhe- tessa (kuvat 4,5 ja 6).

Kuitupitoisuuden kasvu oli voimakkainta kevätsadossa. Kolmenkymmenen päivän aikana se nousi 23-34 %:in, 0.30 yksikköä päivässä. Kesäsadossa vaihtelu oli 28-34 %:in, 0.15 yksikköä päivässä ja syyssadossa vastaavasti 26-32 %:in, 0.12 %-yksikköä päivässä.

Kasvilajien timotein ja koiranheinän välillä ei ollut mainittavaa eroa kevätkesän sadossa, mutta ero oli hyvin selvä myöhemmin. Keskikesällä koiranheinän kuitupitoisuus oli koko havaintojakson ajan yli 30 %. Timoteilla se pysyi koko ajan 30 % vaiheilla. Samoin syyssadossa vain koiranheinän kuitupitoisuus ylitti 30 %. Timoteilla se jäi selvästi alle, 28-29 prosenttiin. Merkittävin ero satoperiodien välillä oli, että kevätsadon kuitupitoisuus oli ensimmäisissä osaniitoissa melko matala, 23-24 %. Mutta nousu oli niin jyrkkää, että se aina saavutti tai ohitti kesä- ja syyssadon kuitupitoisuu-

den 30 päivän kuluessa (kuva 4). Kesäkiesän sadon kuitupitoisuus oli jo ruohoasteella hyvin korkea, koiranheinällä 30-31 % ja timoteilla 27-28 %. Syysadossa lähtökohta oli 2-3 yksikköä alempi kuin keskikesällä.

Typpilannoitustasojen 50 ja 100 kg/ha N ei ruohon kuitupitoisuuden tasossa ja muutoksissa ollut olennaista eroa.

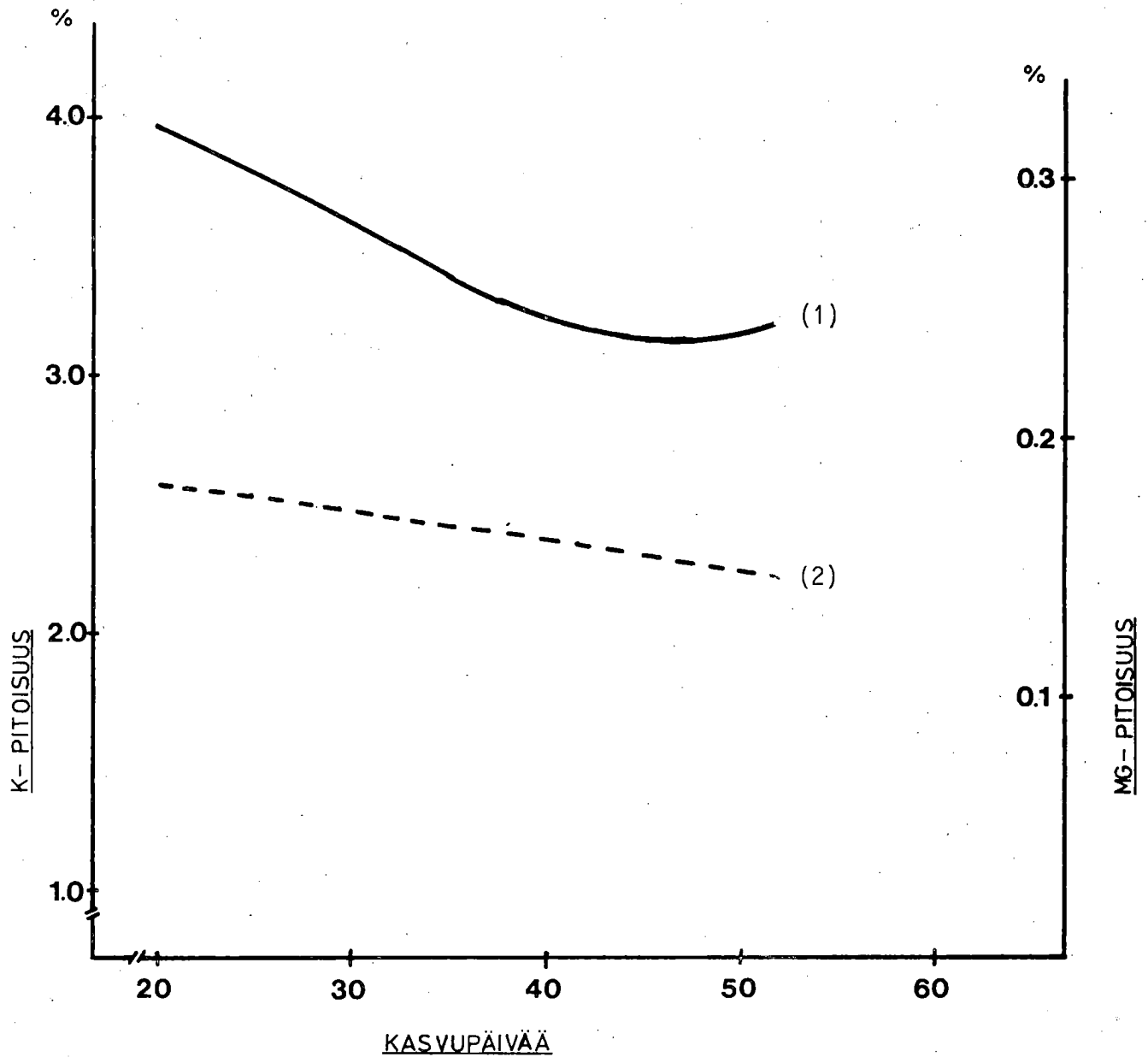
Kasvupaikkojen välillä voitiin todeta erona, että kevät- ja varsinkin kesäadossa kuitupitoisuus oli korkein pohjoisimmassa koepaikassa Ruukissa, alempi Mikkelissä ja alin Olustveressa. Syysadossa tilanne oli päinvastainen.

3.2.4. Kaliumpitoisuus

Sadon kaliumpitoisuus aleni koko ajan ruohon vanhetessa (kuvat 9,10 ja 11). Taso oli koiranheinällä 2.8 ja timoteilla 3.4-2.2 % kuiva-aineesta. Koiranheinällä kaliumpitoisuuden lasku oli voimakkampaa kuin timoteilla. Tarkkailujakson aikana se laski kevätadossa 0.03, kesäadossa 0.02 ja syysadossa 0.035 yksikköä vuorokaudessa. Koiranheinän K-pitoisuus oli 0.5 yksikköä korkeampi kuin timotein. Kesäadossa ero oli samansuuntainen, mutta vain 0.2-0.3 %-yksikköä. Sama suunta jatkui vielä syysadossakin, mutta lannoitustasojen välillä oli ero. Lannoitustasolla 50 N oli ero 0.3-0.4 yksikköä ja tasolla 100 N koiranheinän kaliumpitoisuus oli noin 0.2 yksikköä suurempi kuin timotein.

Sadon kaliumpitoisuuden taso aleni vuodesta toiseen. Esimerkiksi Mikkelissä timotein 100 N K-pitoisuus oli 35 kasvupäivän jälkeen eri vuosina ja eri sadoissa % kuiva-aineesta:

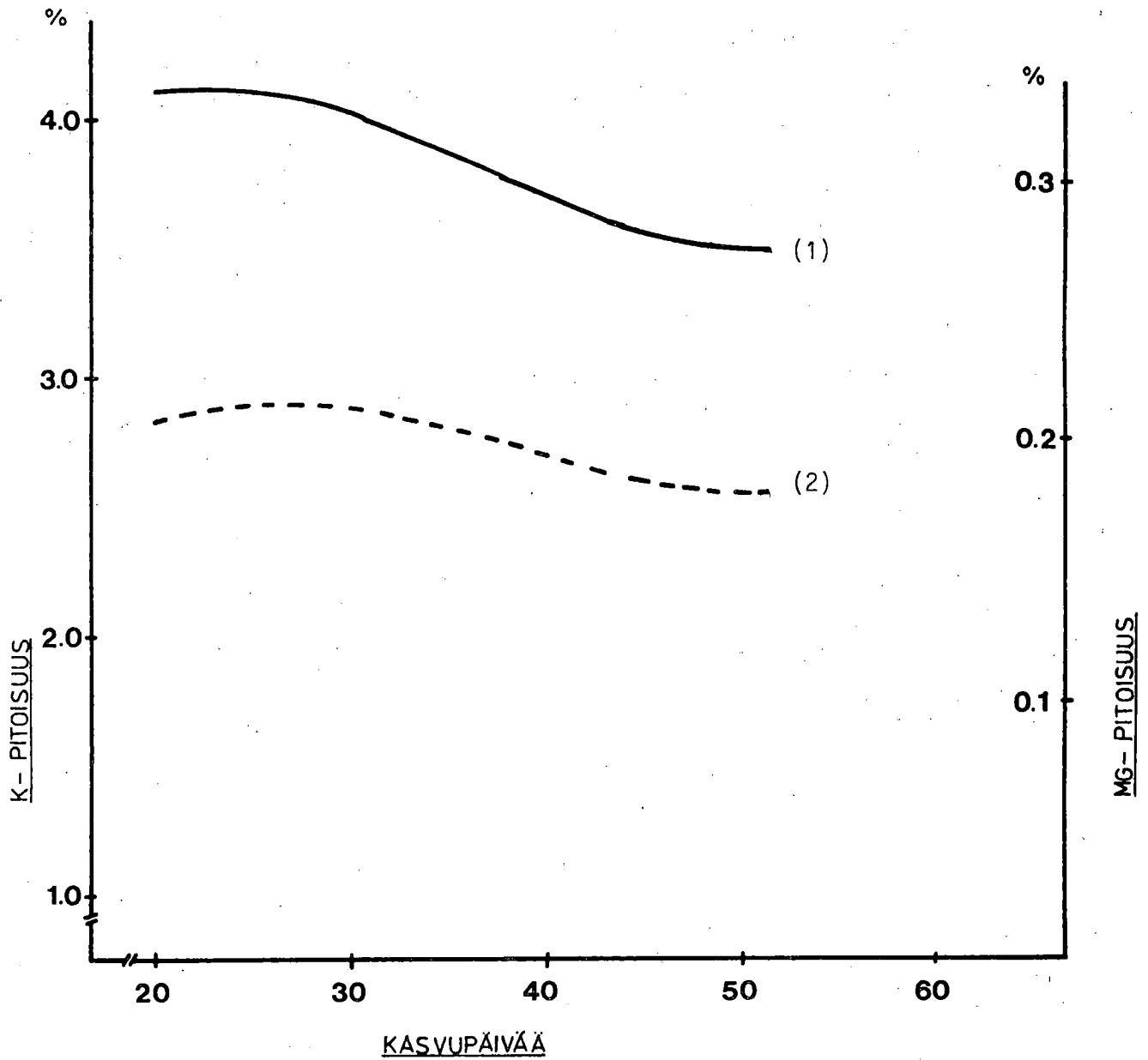
	kevät-	kesä-	syysato
1977	3.2	3.3	3.2
1978	2.7	3.1	3.2
1979	2.6	2.8	2.8
1980	2.5	2.4	2.3



(1) K-%: $Y = 3.786 + 0.0687X - 0.0039X^2 + 0.000045X^3$
 $R^2 = 12.939$; $F = 1.783^0$

(2) Mg-%: $Y = 0.206 - 0.0012X + 0.000008X^2 - 0.0000001X^3$
 $R^2 = 30.288$; $F = 5.214^{**}$

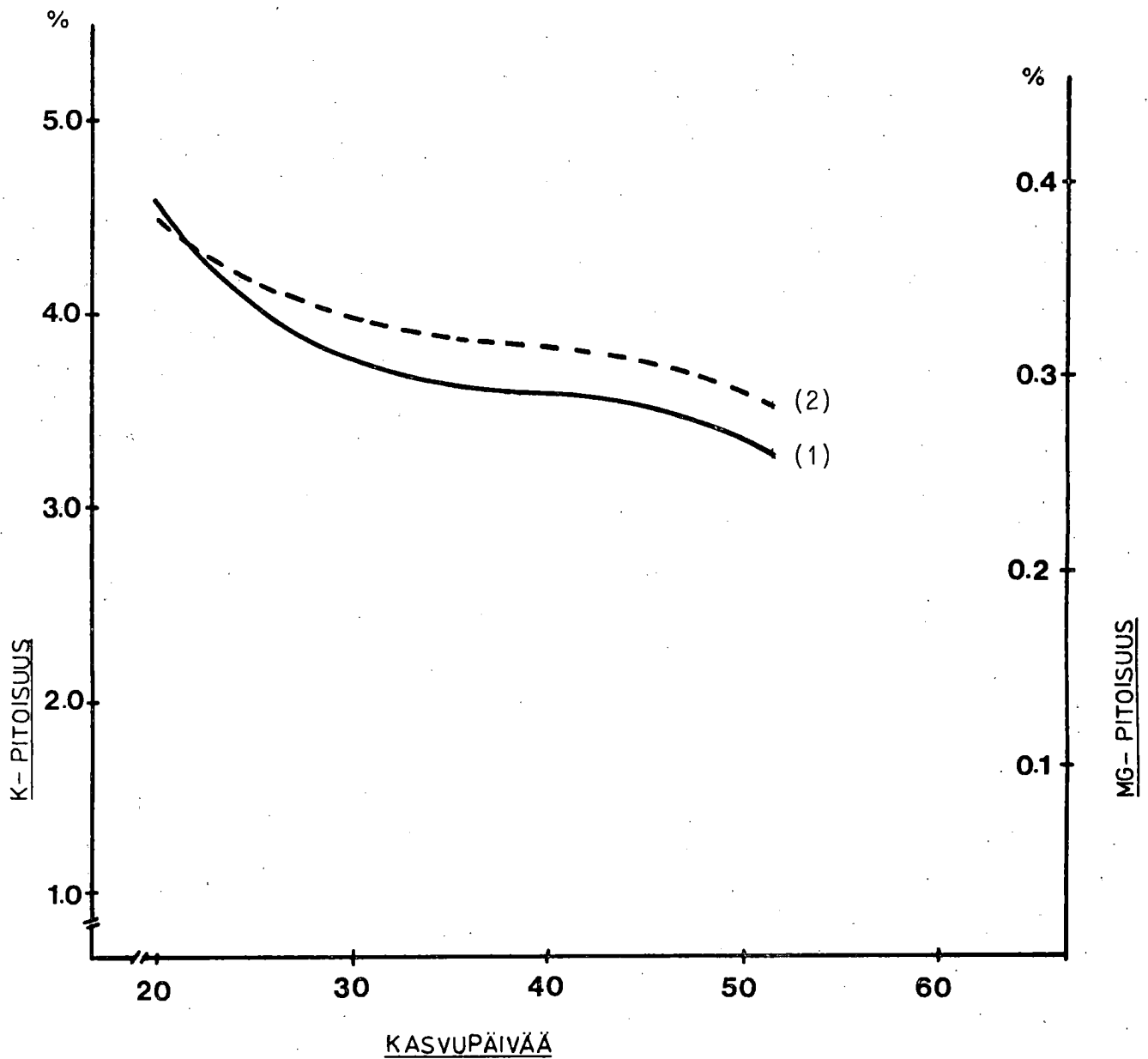
Kuva 9 . Koiranheinän K- ja Mg-pitoisuus kevätsadossa typpitasolla 100 N Mikkelissä.



(1) K-%: $Y = 2.267 + 0.190X - 0.006X^2 + 0.000054X^3$
 $R^2 = 8.503$, $F = 1.115^\circ$

(2) Mg-%: $Y = 0.0187 + 0.0182X - 0.00053X^2 + 0.0000046X^3$
 $R^2 = 22.004$; $F = 3.885^*$

Kuva 10 . Koiranheinän K- ja Mg-pitoisuus kesäasadossa typpitasolla 100 N Mikkelissä.



(1) K-%: $Y = 11.222 - 0.572X - 0.0144X^2 - 0.00012X^3$
 $R^2 = 51.194$; $F = 13.101^{***}$

(2) Mg-%: $Y = 0.750 - 0.0314X + 0.00079X^2 - 0.0000069X^3$
 $R^2 = 51.208$; $F = 12.594^{***}$

Kuva 11. Koiranheinän K- ja Mg-pitoisuus syyssadossa typpitasolla 100 N Mikkelissä.

Sadon kaliumpitoisuuden kehitys oli kaikissa koepaikoissa lähes samanlainen.

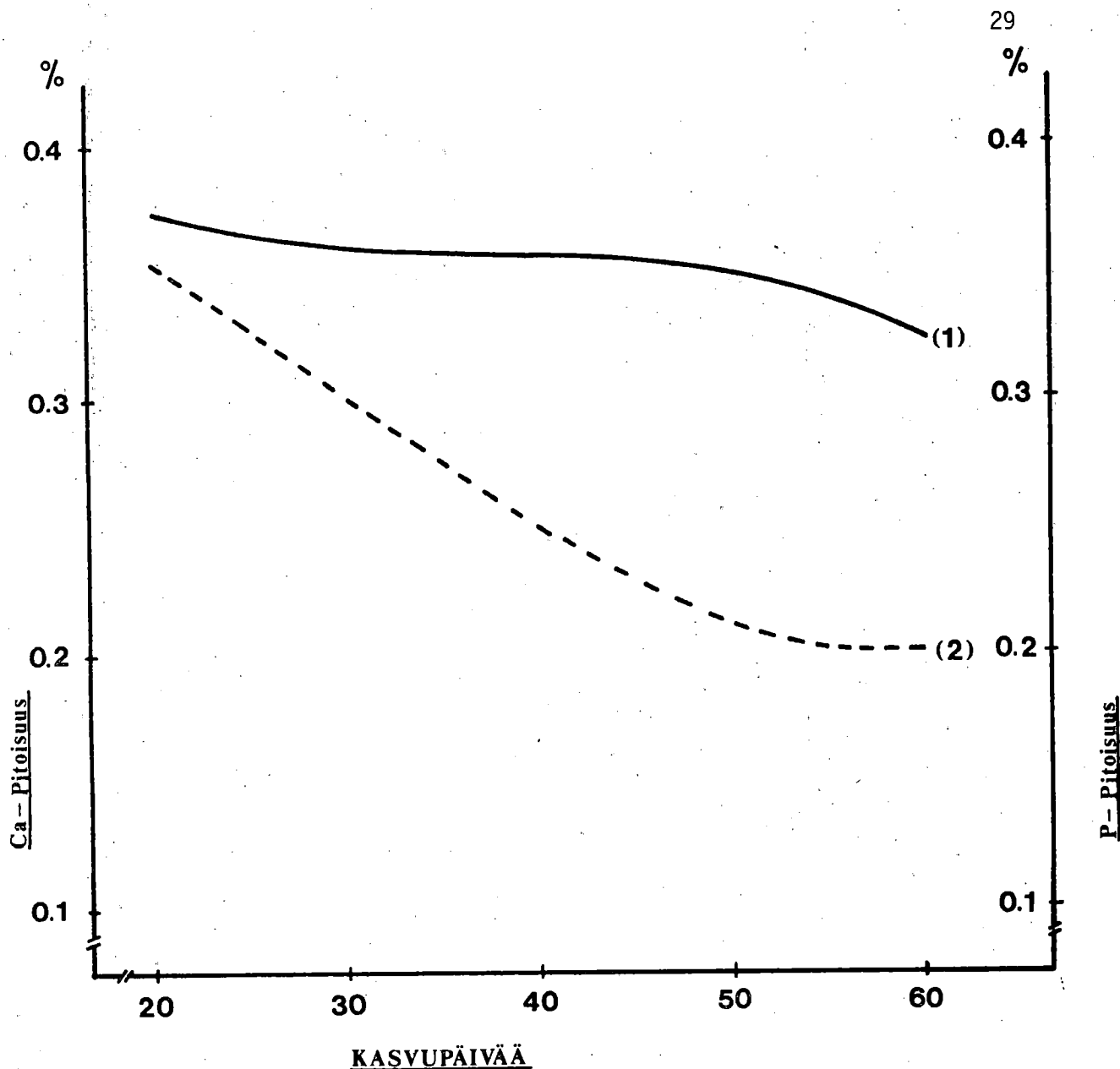
3.2.5 Kalsiumpitoisuus

Sadon kalsiumpitoisuus vaihteli ruohon kehityksen edistyessä melko vähän. Taso oli lievästi laskeva (kuva 12), keskimäärin 0.4-0.6 % kuiva-aineesta. Kasvilajien välillä oli hyvin pieni ero, kesäsadossa timotein Ca-pitoisuus oli hieman korkeampi kuin koiranheinän, muissa se oli lähes sama. Typpilannoitustasojen välillä oli lievä ero, N 100 sadon Ca-pitoisuus oli noin 0.05 yksikköä korkeampi kuin N 50 sadossa. Satojaksojen välillä oli hieman selvempi ero. Kevätkesän sato oli noin 0,07 yksikköä alempi kuin keski- ja syyskesän sadon Ca-pitoisuus (kuvat 13 ja 14). Koepaikkojen välillä oli selvä ero. Mikkelissä ja Ruukissa oli sama taso, 0,4-0,5, mutta Olustveressa 0,6-0,8 % kuiva-aineessa. Ruukissa todettiin syksyllä selvä Ca-pitoisuuden lasku.

3.2.6. Fosforipitoisuus

Sadon fosforipitoisuus oli keskimäärin 0,44-0,25 % kuiva-aineesta. Se aleni kasvuston vanhetessa (kuvat 12,13 ja 14). Aleneminen oli 0,04 yksikköä päivässä. Kasvilajien välillä ei ollut olennaista tasoeroa. Timoteilla oli aleneva suunta hieman jyrkempi kuin koiranheinällä. Typpilannoitustasojen välillä ei ollut eroa. Hyvin vähäiset olivat erot myös satojaksojen välillä. Syys sadon P-pitoisuudet olivat hieman muita korkeammat.

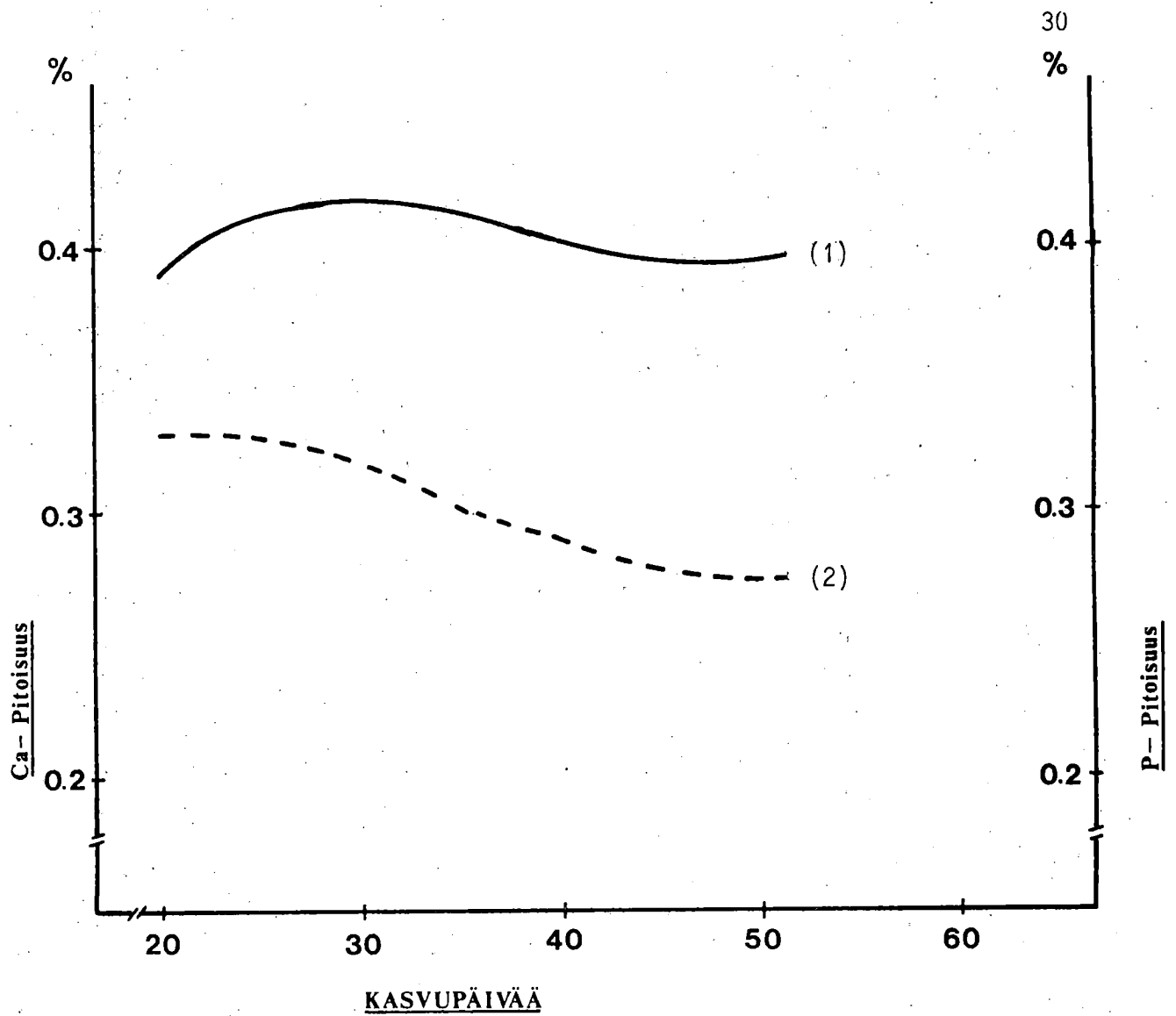
Koepaikkojen välillä oli ero. Ruukissa olivat alimmat fosforilukemat



(1) Ca-%: $Y = 0,476 - 0,0090X + 0,00024x^2 - 0,000002x^3$
 $R^2 = 9,513$; $F = 1,262^{\circ}$

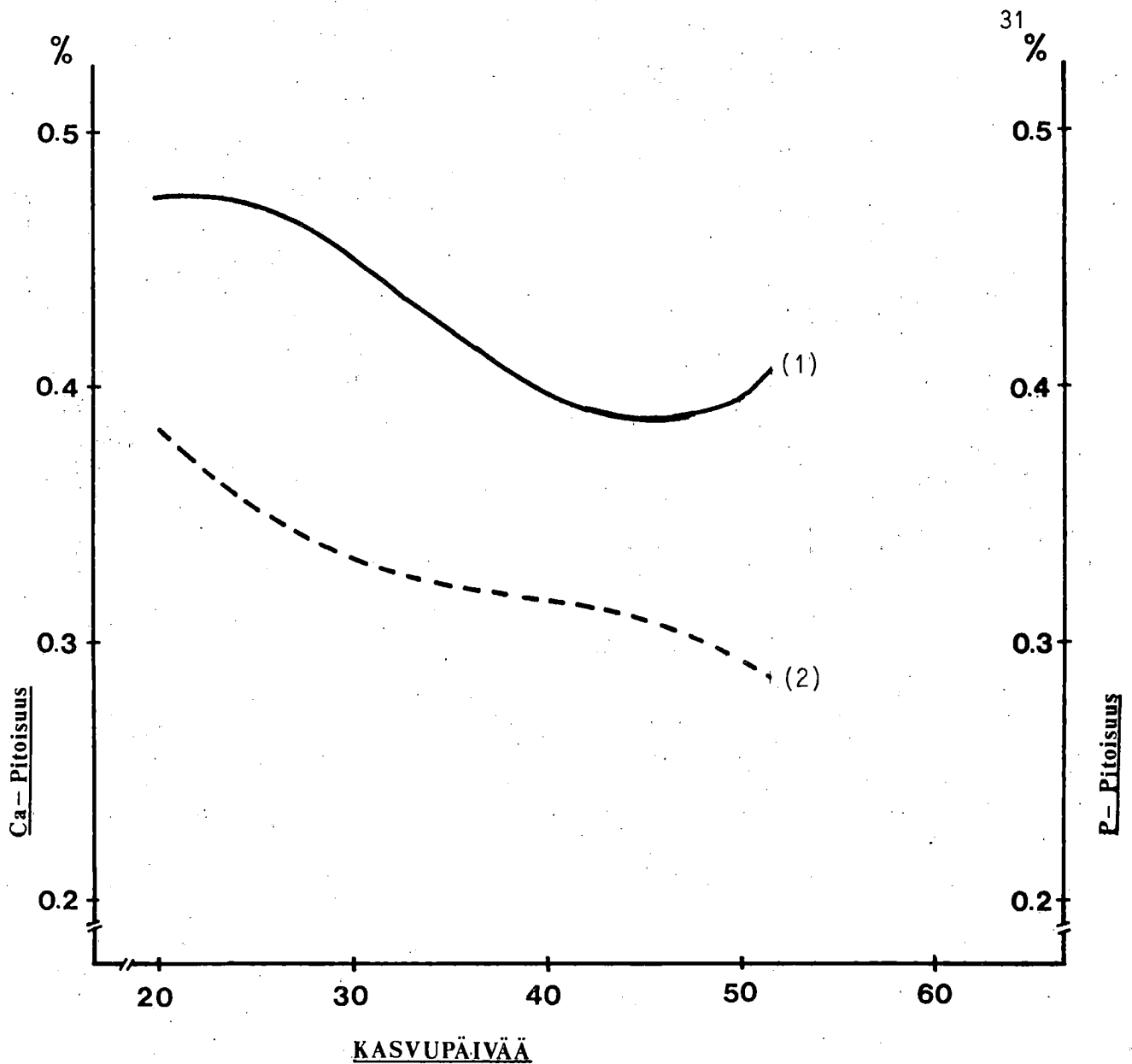
(2) P-%: $Y = 0,403 + 0,0008X - 0,0002x^2 + 0,000002x^3$
 $R^2 = 51,405$; $F = 12,694^{***}$

Kuva 12 . Koiranheinän Ca- ja P-pitoisuus kevätsadossa typpitasolla 100 N Mikkelissä.



- (1) Ca-%: $Y = 0,0482 + 0,0314X - 0,00086x^2 + 0,0000075x^3$
 $R^2 = 2,250$; $F = 0,276^{\circ}$
- (2) P-%: $Y = 0,155 + 0,01857X - 0,0006x^2 + 0,0000056x^3$
 $R^2 = 20,266$; $F = 3,050^*$

Kuva 13 . Koiranheinän Ca- ja P-pitoisuus kesäsadossa typpitasolla 100 N Mikkelissä.



(1) Ca-%: $Y = 0,118 + 0,0392X - 0,0013x^2 + 0,000013x^3$
 $R^2 = 29,253$; $F = 4,962^{**}$

(2) P-%: $Y = 0,750 - 0,0314X + 0,00079x^2 - 0,0000069x^3$
 $R^2 = 51,208$; $F = 12,594^{***}$

Kuva 14 . Koiranheinän Ca- ja P-pitoisuus syyssadossa typpitasolla 100 N Mikkelissä.

0,25-0,40. Lähes samaa tasoa ne olivat Mikkelissä. Sen sijaan Olustveressa P-taso oli selvästi korkeampi, 0,40-0,50 % kuiva-aineesta. Erikoispiirteenä oli Olustveressa jyrkkä lasku syksyllä ja Ruukissa samoin syksyllä suhteellisen voimakas nousu.

3.2.7. Magnesiumpitoisuus

Sadon Mg-pitoisuus määritettiin vain Ruukin ja Mikkelin sadoista. Se vaihteli kevätsadossa 0,19-0,09, kesäsadossa 0,20-0,11 ja syysadossa 0,25-0,12 % kuiva-aineesta. Sadon vanhetessa se pysyi lähes tasaisena tai laski lievästi.

Timotein Mg-pitoisuus oli hieman alempi kuin koiranheinän. Tämä korostui syksyä kohti mentäessä. Typpilannoitustasojen välillä oli ero.

N 100:n Mg-pitoisuudet olivat hieman korkeammat kuin N 50:n.

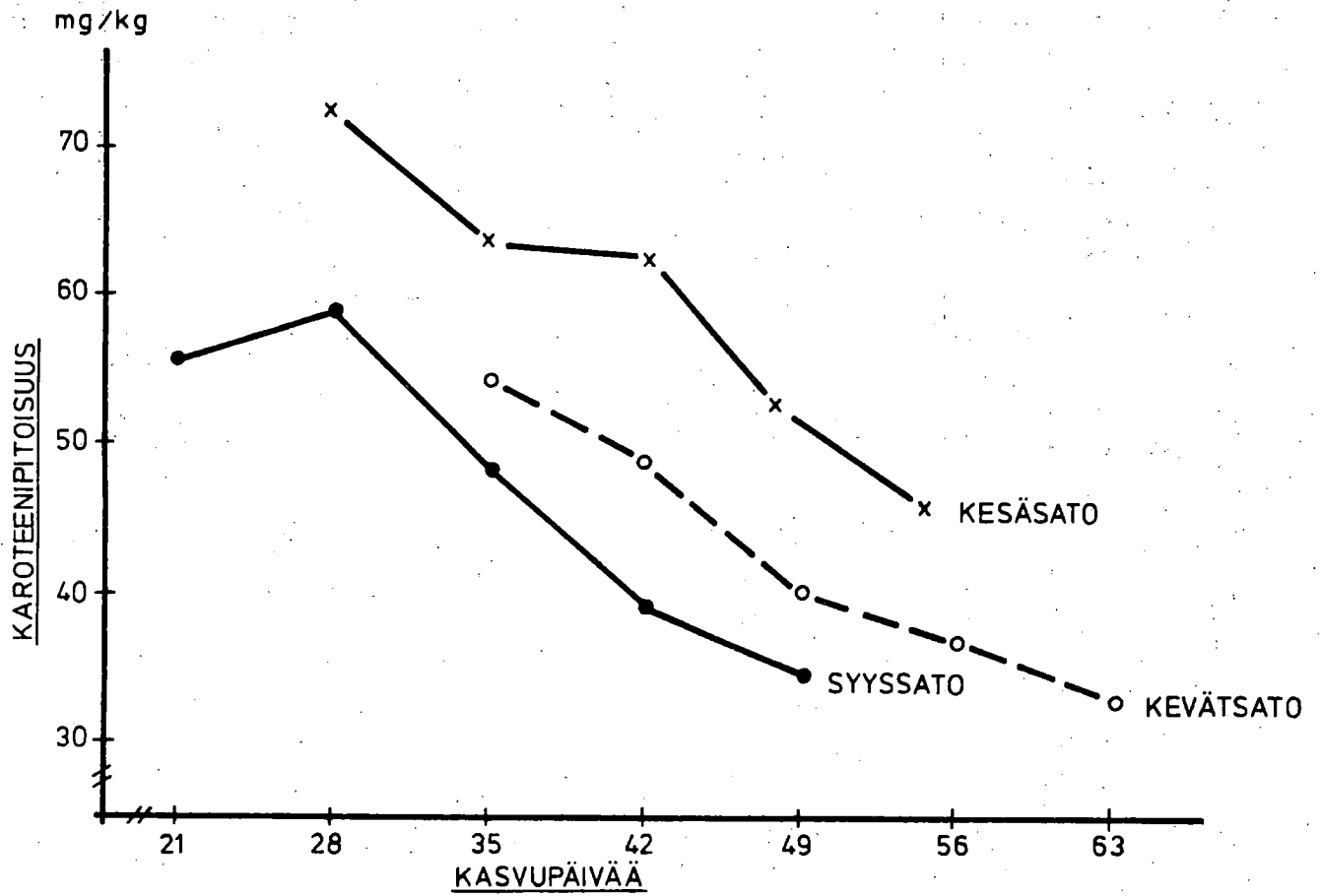
Sadon magnesiumtaso oli alin kevätsadossa, nousi hieman kesäsadossa ja oli selvästi korkein syysjakson alussa, mutta laski sitten jyrkästi (kuvat 9,10 ja 11).

Vaikka sadon Mg-pitoisuus yleensä laski kasvin vanhetessa, oli se loiva kevät- ja keskikesällä ja kuvaajan muodossa oli viime vaiheessa lievä nousu, niin syksyllä siinä oli kaikissa tapauksissa jyrkkä lasku.

3.2.8. Karoteenipitoisuus

Sadon karoteenipitoisuus määritettiin vain Olustveren näytteistä v 1979-80.

Taso oli keskimäärin (kuva 15) 50 kg/ha typpilannoituksella 50 mg kilossa tuoretta ruohoa. Typpilannoituksella 100 kg/ha karoteenipitoisuus oli noin 55 mg/kg.



Kuva 15. Ruohon karoteenipitoisuus eri sadoissa Oulustveressä 1979-80

Koiranheinän karoteenipitoisuus oli noin 2 mg/kg korkeampi kuin timotein. Lajikkeiden välillä ei ollut säännömukaista eroa.

Selvin ero oli satojen välillä. Korkein karoteenipitoisuus oli keskikesän, selvästi alempi syyskesän ja alin kevätkesän sadossa. Ruohon kehityksen edistyessä karoteenipitoisuus aleni aluksi loivasti, mutta tähkimisen alettua jyrkemmin (kuva 15). Alenemissuunta oli kaikissa tapauksissa lähes sama.

3.2.9. Tulosten tarkastelu

Tutkimuksen tässä osassa käsitellään ruohon laadun keskimääräisiä muutoksia neljän koevuoden ajalta. Tämän vuoksi muutokset ovat lievempiä kuin monissa yksittäistapauksissa. Kevätsadolle on olennaista nopeus, runsas kasvu, korsiintuminen sekä sulavuuden ja valkuaispitoisuuden jyrkkä lasku. Kuiva-aineen sulavuus noudatti samoja suuntaviivoja mitä on todettu aikaisemmissakin tutkimuksissa (POUTIAINEN & RINNE 1971, OLDER & LINNUTAJA 1976, OLSEN 1978). Tämä tutkimus oli ajoitettu versomisvaiheen lopulle ja korsimisvaiheeseen. Tutkimusjakson aikana ei havaittu säännöllisiä heikkenemisen kiihtymistä tai hidastumista, jonka mm. WALTERS & al. (1967) havaitsivat. Sulavuuden heikkeneminen oli jonkin verran hitaampaa, kuin mitä muissa tutkimuksissa (SYRJÄLÄ 1974, SALO & al. 1975) on todettu. Koiranheinä on yleensä todettu heikommin sulavaksi kuin timotei (OLDER & LINNUTAJA 1976). Tässä tutkimuksessa se piti paikkansa kesä- ja syysadossa, mutta kevätsadossa timotei ja koiranheinä olivat samanlaisia. Typpilannoituksen määrällä ei tässäkään ollut mainittavaa vaikutusta sulavuuteen (STEEN 1972). Sen sijaan pitkä päivä pohjoisessa kiihdytti sulavuuden heikkenemistä.

3.3. Sääolojen vaikutus heinien kasvuun ja rehuarvon muutoksiin

Kasvien kehittyessä tapahtuva rehuarvon muutosten nopeus riippuu pääasias-
sa ilman lämpötilasta (PULLI 1980), mutta muutkin säätekijät vaikuttavat
niihin. Tässä tutkimuksessa kiinnitetään huomio lämpötilasummaan ≥ 5 C⁰,
päivänpituuteen ja sademäärään kunkin sadon kasvukauden aikana. Tulosten
perusteella on tarkoitus pystyä antamaan viitteitä siitä miten paljon
keskiarvosta poikkeavat säätekijät lämpötila ja sade hidastavat tai jou-
duttavat kasvien kemiallisen koostumuksen muutoksia, joita voitaisiin
myös ennakoida.

3.3.1. Sääolojen vaikutus kasvuun

Ruohon kasvu riippuu erittäin voimakkaasti säätekijöistä (taulukko 6).
Lämpösumma laskettuna kunkin sadon kasvukauden alusta oli voimakkain te-
kijä. Varsinkin kevätsadon kasvuun sen vaikutus oli suuri. Regressiomalli
joka antoi korkean selityksasteen ($R^2 = 72.46$, F-arvo 27.621^{xxx}) koiran-
heinä N 100, kevätsato, kaikki koepaikat, oli $Y = 947.822 + 1.817 X_1 -$
 $3.876 X_2 + 5.512 X_3 - 54.065 X_4$

jossa X_1 = lämpötilasumma kasvukauden alusta

X_2 = sadesumma lannoituksesta lähtien

X_3 = "- 2 viikkoa ennen niittoa

X_4 = päivän pituus

Yllättävältä tuntuu, että lämpösumma vaikutti negatiivisesti syyssadon kas-
vuun (taulukko 6). Tämä on kuitenkin ymmärrettävissä, koska syyssadon kasvu-
kausi alkoi keskimäärin jo 25.7., jolloin kasvuston valmistusniitto taval-
lisesti tehtiin. Lämmin ja kuiva sää elokuussa hidasti kasvua. Yleensä
sade edistää näissä oloissa ruohon kasvua, mutta hyvin runsas sade, varsin-

Taulukko 6. Säättekijöiden vaikutus koiranheinän kuiva-ainesatoon (korrelaatiokertoimet, kaikki koepaikat).

Tekijä	Typpilannoitus 50 kg/ha			Typpilannoitus 100 kg/ha		
	Kevät-	kesä-	syysato	kevät-	kesä-	syysato
Lämpösumma $\geq 5^{\circ}$ kasvukauden alusta	.827	.600	.624	.814	.697	.724
" 1 viikko ennen niittoa	.219	.223	-.245	.231	.253	-.157
" 2 viikkoa ennen niittoa	.399	.187	-.214	.419	.236	-.140
Sadesumma mm lannoituksesta	.520	.516	.427	.537	.582	.481
" 1 viikko ennen niittoa	.216	.020	-.117	.251	.009	-.109
" 2 viikkoa ennen niittoa	.200	.023	-.111	.242	-.027	-.074
Päivän pituus h	-.269	-.516	-.466	-.316	-.556	-.444

kin syyspuolella voi olla haitaksi. Päivänpituuden negatiivinen vaikutus johtuneesi siitä, että kasvu oli pohjoisimmassa koepaikassa Ruukissa ilman viileyden vuoksi vähäisempää kuin etelämpänä.

3.3.2 Sääolojen vaikutus sulavuuteen

Ruohon orgaanisen aineen sulavuuden riippuvuutta eri tekijöistä tutkittiin vain Ruukin ja Mikkelin aineistosta.

Kevätsadon sulavuuteen *in vitro* vaikutti voimakkaimmin kasvukauden alusta laskettu lämpösumma $\geq 5^{\circ}\text{C}$ (taulukko 7). Korrelaatiokertoimeksi tuli $R = -.923$ kummallakin typpilannoitustasolla. Mitä korkeampi oli lämpötila kasvukauden alusta lähtien, sitä alempi oli ruohon sulavuus. Regressiomalli, joka antoi korkeimman selityksasteen ($R^2 = 89.37\%$, F-arvo 157.557^{xxx})

$$\text{oli } Y = 84.494 - .026X_1 - .023X_2 - .034X_3 - .0009X_4$$

jossa X_1 = lämpötilasumma kasvukauden alusta

X_2 = -"- 1 viikko ennen niittoa

X_3 = sadesumma lannoituksesta lähtien

X_4 = kuiva-ainesato

Välittömästi leikkuuta edeltäneen viikon aikana vailinnut lämpötila ei vaikuttanut paljoakaan, hieman enemmän vaikutti kahden edellisviikon lämpötilasumma. Keskikesän satoon vaikuttivat eniten kuiva-ainesato, lämpösumma valmistusleikkuusta lähtien, kahden koeniittoa edeltäneen viikon lämpösumma sekä sadesumma lannoituksesta. Kaikki tunnusluvut olivat negatiivisia ja tilastollisesti erittäin merkitseviä^{xxx}.

Syyskesän sadossa vastaavat tekijät olivat lämpötilasumma valmistusleikkuusta ja korjuuta edeltäneen viikon lämpösumma sekä sadesumma. Nämä kaikki olivat negatiivisessa riippuvuussuhteessa sulavuuteen, mitä lämpimämpää

Taulukko 7. Sää- ym. tekijöiden vaikutus koiranheinän orgaanisen aineen sulavuuteen in vitro (korrelaatiokertoimet, koepaikat Ruukki ja Mikkelii).

Tekijä	Typpilannoitus 50 kg/ha			Typpilannoitus 100 kg/ha		
	kevä-	kesä-	syysato	kevä-	kesä-	syysato
Kuiva-ainesato 10 kg/ha	-.856	-.473	-.425	-.816	-.606	-.440
Lämpösumma = 5 ⁰ kasvukauden alusta	-.923	-.644	-.581	-.923	-.667	-.463
" 1 viikko ennen niittoa	-.352	-.244	-.446	-.420	-.415	-.451
" 2 viikkoa ennen niittoa	-.545	-.317	-.340	-.569	-.469	-.319
Sadesumma mm lannoituksesta	-.635	-.674	-.349	-.659	-.558	-.276
" 1 viikko ennen niittoa	-.337	-.245	-.149	-.329	-.081	.035
" 2 viikkoa ennen niittoa	-.290	-.180	-.093	-.298	-.023	-.014
Päivänpituus h	-.0003	.672	.036	-.051	.626	.002

ja sateisempaa oli sitä alempi oli ruohon sulavuus-%.

Timotein sulavuuden riippuvuus eri sää- ym. tekijöistä oli jonkin verran heikompi kuin koiranheinän, mutta suunta oli yleensä sama. Poikkeuksena oli syyskesän sato, jonka kasvukausi oli heinäkuun lopusta syyskuun alkuun. Siinä timotein sulavuus oli positiivisessa vuorosuhteessa kuiva-ainesatoon ja päivänpituuteen.

3.3.3. Sääolojen vaikutus raakavalkuaispitoisuuteen

Koiranheinän sadon raakavalkuaispitoisuuteen vaikutti voimakkaimmin ruohomäärä (kuiva-ainesato). Regressioyhtälö, joka antoi kevätsadon kohdalla parhaan selityksasteen ($R^2 = 70.83$, F-arvo 142.020^{xxx}) typpilannoituksella 50 kg/ha N oli $Y = 22.854 - .017X_1 - .0014X_2$

jossa X_1 = lämpösumma kasvukauden alusta

X_2 = kuiva-ainesato

Typpilannoituksella 100 N vastaava yhtälö oli ($R^2 = 79.13$, F-arvo 145.308^{xxx})

$Y = 41.211 - .018X_1 - .705X_2 - .0017X_3$

jossa X_1 = lämpösumma kasvukauden alusta

X_2 = päivän pituus

X_3 = kuiva-ainesato

Kesäsadon kohdalla korrelaatiokertoimet (taulukko 8) olivat samansuuntaiset kuin kevätsadollakin. Poikkeuksina olivat sadesummat 1 ja 2 viikkoa ennen niittoa. Niiden korrelaatiot eivät olleet tilastollisesti merkitseviä.

Sen sijaan päivän pituudella oli positiivinen vuorosuhde valkuaispitoisuuden kanssa sekä kesä- että syysadossa. Kevätsadossa sitä ei ollut.

Kuiva-ainesato korreloi voimakkaasti negatiivisesti rv-pitoisuuden kanssa varsinkin kevätsadossa. Mitä suurempi oli sato, sitä alempi oli valkuais-

Taulukko 8. Sää- ym tekijöiden vaikutus koiranheinän raakavalkuaispitoisuuteen (korrelaatiokertoimet, kaikki koepaikat).

Tekijä	Typpilannoitus 50 kg/ha			Typpilannoitus 100 kg/ha		
	kevä-	kesä-	syysato	kevä-	kesä-	syysato
Kuitu-%	-.770	-.363	-.227	-.832	-.719	-.335
Lämpösumma $\geq 5^{\circ}$ kasvukauden alusta	-.797	-.592	-.624	-.835	-.593	-.569
" 1 viikko ennen niittoa	-.217	-.283	.371	-.184	-.294	.350
" 2 viikkoa "	-.417	-.184	.398	-.395	-.223	.376
Sadesumma mm lannoituksesta	-.493	-.470	-.551	-.534	-.566	-.615
" 1 viikko ennen niittoa	-.157	.104	.110	-.233	.077	.048
" 2 viikkoa "	-.144	.125	-.024	-.215	.118	-.097
Päivänpituus h	.124	.384	.482	-.11	.461	.449
Kuiva-ainesato 10 kg/ha	-.811	-.717	-.701	-.821	-.791	-.649

^xkun $R \geq .175$

Taulukko 9. Sää- ym tekijöiden vaikutus timotein raakavalkuaispitoisuuden muutokseen (korrelaatiokertoimet, kaikki koepaikat).

Tekijät	Typpilannoitus 50 kg/ha			Typpilannoitus 100 kg/ha		
	kevä-	kesä-	syysato	kevä-	kesä-	syysato
Lämpösumma $\geq 5^{\circ}$ kasvukauden alusta	-.797	-.667	-.739	-.788	-.574	-.596
" 1 viikko ennen niittoa	-.237	-.281	.245	-.139	-.325	.258
" 2 viikkoa "	-.423	-.247	.255	-.332	-.285	.275
Sadesumma mm lannoituksesta	-.531	-.554	-.567	-.540	-.545	-.597
" 1 viikko ennen niittoa	-.153	.146	.029	-.223	.133	.045
" 2 viikkoa ennen niittoa	-.157	.198	-.088	-.239	.158	-.133
Päivänpituus h	.108	.420	.471	-.053	.421	.433
Kuiva-ainesato 10 kg/ha	-.811	-.755	-.686	-.836	-.806	-.537
Kuitu-%	-.711	-.440	-.218	-.792	-.728	-.379

^x kun $R \geq .175$

pitoisuus. Kesä- ja syysadossa korrelaatio oli heikompi.

Sadesumma lannoituksesta lähtien oli kaikissa sadoissa ja kummallakin typpitasolla lähes yhtä vahvassa negatiivisessa vuorosuhteessa ruohon valkuaispitoisuuteen kuin lämpösummakin. Runsas lämpö ja sade aiheuttivat luonnollisesti runsaan kasvun, mutta myös alensivat merkittävästi sadon valkuaispitoisuutta. Timotein raakavalkuaispitoisuus riippui erilaisista sää- ym. tekijöistä hyvin samansuuntaisesti ja yhtä voimakkaasti kuin koiranheinälläkin.

Timotein syysadossa (taulukko 9) tekijöiden vaikutus oli osittain toinen kuin edellä. Lämpö- ja sadesummat edellisestä niitosta lähtien vaikuttivat voimakkaimmin negatiivisesti. Sen sijaan pitkä päivä vaikutti selvästi positiivisesti. Lievä positiivinen vaikutus oli myös leikkuuta edeltäneiden viikkojen lämpösummalla.

3.3.4. Sääolojen vaikutus kuitupitoisuuteen

Timotein kevätsadon kuitupitoisuuden muutoksiin vaikuttivat voimakkaimmin kuiva-ainesato, lämpösumma kasvukauden alusta ja sadesumma lannoituksesta. Korkea lämpötila ja runsas sade jo kasvukauden alussa aikaansivat luonnollisesti runsaan kasvun ja nopeuttivat kuidun kehitystä. Sen sijaan välittömästi leikkuuta edeltävien viikkojen sääoloilla oli suhteellisen vähäinen merkitys (taulukko 10). Regressiomalli, jolla oli korkein selitysaste ($R^2 = 59.13 \%$, F-arvo 55,937^{xxx}) oli $Y = 12.518 + .029 X_1 + .545 X_2 + .0016 X_3$

jossa X_1 = sadesumma lannoituksesta

X_2 = päivän pituus

X_3 = kuiva-ainesato

Kesäsadon kuitupitoisuuden kehitykseen vaikuttivat säätekijät selväs-

Taulukko 10. Sää- ym tekijöiden vaikutus timotein kuitupitoisuuksiin
(korrelaatiokertoimet, kaikki koepaikat)

Tekijät	Typpilannoitus 50 kg/ha			Typpilannoitus 100 kg/ha		
	kevä-	kesä-	syysato	kevä-	kesä-	syysato
Lämpösoma $\geq 5^{\circ}$ kasvukauden alusta	.641	.184	.415	.733	.247	.438
" 1 viikko ennen niittoa	.166	.121	.426	.236	.259	.423
" 2 viikkoa "	.244	.158	.385	.373	.208	.349
Sadesuma mm lannoituksesta	.418	.435	.480	.506	.360	.504
" 1 viikko ennen niittoa	.183	.016	.308	.191	-.023	.284
" 2 viikkoa "	.159	.003	.378	.169	-.075	.375
Päivänpituus h	.051	-.219	.093	.002	-.260	.078
Kuiva-ainesato 10 kg/ha	.737	.389	.282	.797	.596	.393
Raakavalkuais-%	-.711	-.440	-.218	-.792	-.728	-.379

x kun $R \geq .175$

ti heikommin kuin kevätsadossa. Siinä vaikuttivat vain kuiva-ainesadon kasvu ja sadesumma lannoituksesta lähtien. Kumpikin korrelaatio oli positiivinen.

Syysadon kuiva-ainemäärän kasvu ei lisännyt kuitupitoisuutta yhtä voimakkaasti kuin kesäsadossa eikä läheskään niin paljoa kuin kevätsadossa. Lämpösumma sekä jo edellisestä niitosta lähtien, että välittömästi edellisinä viikkoina vaikuttivat positiivisesti kuitupitoisuuden kasvuun. Myös sadesumma lannoituksesta lähtien oli positiivisessa vuorosuhteessa kuitupitoisuuden lisääntymiseen.

Koiranheinän kuitupitoisuus riippui voimakkaammin säätekijöistä kuin timotein, Kevätsadossa vahvimmin korreloituivat tekijät olivat lämpösumma, kuiva-ainesato ja sadesumma kasvukauden alusta lähtien. Nämä kaikki olivat positiivisessa vuorosuhteessa kuitupitoisuuden kasvuun.

Päivän pituudella oli lievä, mutta selvästi havaittava vaikutus ruohon kehitysnopeuteen. Kevätkesän sadossa pitkä päivä nopeutti mutta kesäkesän sadossa hidasti sulavuuden ja valkuaispitoisuuden heikkenemistä.

Valkuaispitoisuuden alenemista kiihdyttivät korkea lämpötila ja runsas sade. Vastaavasti viileä sää hidasti sitä. Saman totesi PULLI (1980). Tämä pitänee paikkansa kuitenkin vain yli $+5^{\circ}\text{C}$ lämpötilassa. Pitkään jatkuva, liian matala ($< +5^{\circ}$) lämpötila häiritsee kasvin typenottoa ja valkuaisynteesiä (SALO ym 1975). Sama todettiin kesäkuussa 1982 selvitettäessä säilörehunurmien valkuaispitoisuuden kehitystä. Ruohon valkuaispitoisuus oli toista viikkoa kestäneen hyisen kauden jälkeen

3-4 yksikköä alempi kuin tavallisesti samassa kehitysvaiheessa ja samalla N-lannoituksella.

Sateen valkuaispitoisuutta alentava vaikutus on selitettävissä kuiva-ainesadon kasvulla ja kuidun lisääntymisellä. Rungas sade voi myös huuhtoa tyypeä kasvien ulottuvilta. Keskikesällä sen sijaan sade hidastaa valkuaispitoisuuden alenemista liuottaessaan annetun lannoitetypen tarkemmin kasvien juurten ulottuville.

Kuitupitoisuuden kasvua kiihdyttivät myös korkea lämpötila ja kosteus. Runsaan kosteuden vaikutuksen kuitupitoisuuden lisääjänä tunsivat POIJÄRVI (1955) ja SALO ym (1975). Tavallista kosteammalla kasvualustalla kasvi pyrkii vahvistamaan tukirakennettaan, joka pääasiassa on kuitua.

Säätökijöiden vaikutusta sadon mineraalipitoisuuteen ei tutkittu tästä aineistosta, koska muutokset kaiken kaikkiaan olivat suhteellisen vähäiset ja joka vuosi samansuuntaiset. Poikkeuksena oli magnesium. Sen pitoisuus oli alimmillaan viileinä kausina keväällä ja syksyllä.

3.3.5. Tulosten tarkastelu

Sadon rehuarvoon vaikuttaa myös sen kuiva-ainepitoisuus. Se riippuu sekä niittohetken että edeltävien viikkojen sademäärästä ja lämpötilasta (HUOKUNA & RIPATTI 1978). Tässä tutkimuksessa kuiva-ainepitoisuuden vaihtelu esitetään vain esimerkkinä (vrt. sivulla 14). Myös sadon sokeripitoisuus jätettiin selvittämättä määritysvaikeuksien ja sen vuoksi, että siihen vaikuttavat voimakkaimmin korjuupäivän ja sitä välittämästi edeltävien 2-3 päivän sää (SALO ym. 1975).

Sadon laatuun voimakkaimmin vaikuttava lämpötilasumma laskettuna kunkin sadon kasvukauden alkamisesta lähtien. Niittoa edeltävän tai kahden edellisen viikon säällä ei ollut enää yhtä suurta vaikutusta. Samaan tulokseen tuli PULLI (1980). Tosin hän sai parhaan tuloksen laskettuna 0-asteesta lähtien. Tässä todettiin sen sijaan + 5^oC sopivammaksi. Havaintojen mukaan kasvu alkoi juuri silloin kun päivän keskilämpötila ylitti + 5^o. Kesä- ja syys sadon kasvun ja vastaavasti lämpösumman laskeminen aloitettiin valmistusniiton päivästä lähtien. Sadesummat laskettiin samoilta kausilta.

Ruohon sulavuus heikkeni nopeimmin kevätkesän sadossa. Mitä korkeammat olivat lämpötila- ja sadesummat sitä paremmin ruoho kasvoi ja samalla eteni kehitys. Sulavuuden alenemista kiihdytti vielä korkea lämpötila korjuun edellisinä päivinä. Kesä- ja syys sadon sulavuus heikkeni selvästi hitaammin ja eri tekijöillä oli suhteellisen pieni vaikutus kehityksen nopeuteen.

Valmiin tuotteen, säilörehun laatuun on säätekijöillä vielä eriillisvaikutuksensa. Korjuuajan ja välittömästi edeltävien päivien aurinkoisuus ja tuulisuus nostavat kasvuston kuiva-aine- ja sokeripitoisuutta ja siten varmentavat säilöamisen onnistumista.

4. PÄÄTELMÄT

Nurmesta saataisiin suurin kuiva-ainesato niittämällä ensimmäinen sato heinien kukkiessa tai vähän sen jälkeen ja korjaamalla odelmasato vasta kasvukauden päättyessä. Kuiva-aineen tuotantoa tärkeämpää on kuitenkin

tuottaa kullekin eläinlajille soveltuvaa tasalaatuista ja tietyt laatu-
tavoitteet täyttävää rehua ja ottaa syyssato niin varhain, että varmis-
tetaan myös tulevan vuoden kasvu.

Nurmirehuja vertaailtaessa on tärkeimmäksi arvosteluperusteeksi todettu
ravintoaineiden sulavuus. Tavoite vaihtelee jonkin verran eläinlajista
ja tuotantosuunnasta riippuen. Kun lypsykarjan valtarehuna on säilörehu,
pitäisi sulavuuden olla noin 70 %. Tässä tutkimuksessa, jossa heinien
keskimääräinen sulavuuden heikkeneminen oli 0.43 yksikköä vuorokaudessa,
ohitti koiranheinä mainitun rajan, kun lämpötilasummaa kasvukauden alus-
ta lähtien oli kertynyt noin 300⁰ (293 ja 304). Timotei heikkeni samaan
sulavuusasteeseen lämpösummalla 310⁰ (100 kg:n N-lannoituksella 303 ja
50 kg:n 317).

Keskikesän sadossa koiranheinän sulavuus laski alle 70 %:n lämpösummalla
400⁰ ja timotei 500⁰C laskettuna kevätsadon niitosta lähtien. Syyssados-
sa sulavuus alenee niin hitaasti, että muut seikat (lehtitaudit, yöpak-
kanen ja talvehtimisen tarve) ratkaisevat korjuuajan.

Heinien kehityksen nopeus ja sen riippuvuus lämpötilasta merkitsee, et-
tä koiranheinän toinen sato ohittaa 70 %:n sulavuusrajan keskimäärin hei-
näkuun lopulla aina Joensuuta ja Kuopiota myöten. Timoteilla vastaava ti-
lanne on noin viikkoa myöhemmin. Koko eteläisen suomen alueella aina Vaa-
sa- Iisalmi- Joensuu linjalle saakka joudutaan koiranheinä korjaamaan
kolmeen kertaan. Timoteilla ja muilla hitaammin kehittyvillä lajeilla hy-
väsäilörehusato edellyttää kolmea niittoa vain suotuisissa oloissa ja ta-
vallista lämpimämpinä kesinä. Tätä pohjoisempana aina 900⁰ lämpösummakäy-

rälle saakka (Ylitorniolta Suomussalmelle) saadaan keskimäärin kaksi säilörehusatoa. Sitä pohjoisempana riittää toisestakin sadosta yleensä vain laidunnettavaksija sitä kevyemmin mitä pohjoisempana ollaan.

Sulavuuden ohella on rehun valkuaispitoisuus merkittävä arvosteluperuste, koska säilörehu on useimmiten karjan tärkein valkuaisrehu. Myös valkuaisen osuus alenee varsinkin kevätsadossa erittäin nopeasti. Jotta säilörehu muodostuisi karjan pääasialliseksi valkuaislähteeksi, pitää raaka-aineen rv-pitoisuuden olla 16-18 % kuiva-aineesta. Tämän aineiston perusteella laski heinien rv-pitoisuus ohi 16 %:n rajan, kun org. aineen sulavuus oli vielä 73 %. Jotta suositellut rajat saavutettaisiin samanaikaisesti, pitäisi N-lannoituksen olla kevätsadolle 120-130 kg/ha.

Valkuaispitoisuuden kannalta keskikesän sato pitäisi korjata vähän aikaisemmin kuin mitä ruohomäärä ja sulavuusaste edellyttävät, sillä ilmeisesti poudista johtuen typen teho on heikompi kuin muulloin (osa lannoitteesta jää kuivaan pintakerrokseen). Toiselle sadolle ei kannata kuitenkaan antaa typpeä 100 kiloa enempää.

Syysadon kehitys on niin hidasta, että 50-60 typpikiloa hehtaarille tuottaa tavoitellun valkuaispitoisuuden vielä elo- syyskuun vaihteessa, jolloin nurmet on kasvien talvehtimisen varmentamiseksi viimeistään niitettävä.

Ruohon kehitystä ei pystytä viljelytoimenpitein hidastamaan. Esimerkiksi runsas typpilannoitus ja suotuisat kosteusolot vain jouduttavat sitä. Kehitystä hidastaa ilman viileys sekä myös kuivuus, mutta silloin kasvukin on vähäistä. Ainoa keino on kasvilajivalinta. Jos kylvetään kui-

ville paikoille koiranheinänurmi, kosteammille timotei- ja nurminata-seokset ja parhaille pelloille englanninraiheinävaltainen nurmi, pitenee keväinen säilörehunteko aika jo merkittävästi. Helppoimmin tämä pulma ratkeaa kuitenkin, jos siemenseoksiin otetaan mukaan apilaa, jolloin uudet nurmet voidaan apilan hitaamman kehityksen vuoksi niittää myöhemmin kuin pelkät heinäseokset.

4.1. Säilörehunteon ajankohdan enneustaminen

Kun varsinkin kevätkesän sadon kehitys on toisinaan erittäin nopeaa, on tarpeellista, että eri alueilla pystyttäisiin ennakoimaan sopiva korjuun ajankohta. Koska ns. tehoisa lämpötilasumma on osoittautunut voimakkaimmaksi tekijäksi, voitaisiin ennustaminen tehdä taulukon mukaisesti.

Taulukko 11. Esimerkki lämpötilan käytöstä korjuuajankohdan ennustamisessa. Perustuu Ruukissa, Mikkeliissä ja Olustveressa tehtyihin kokeisiin.

Lämpötilsumma, yli 5°C ennustamishetkellä	Keskilämpötila °C ennustusajankohdan jälkeen									
	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
	Korjuun aloittamiseen aikaa vrk*									
180	8	7	6	5	4	4	3	3	3	3
190	6	5	4	3	3	3	2	2	2	2
200	3	3	2	2	2	2	1	1	1	1
210	korjuu alkaa									
	Säilörehun tekoaikaa vrk**									
210	12	9	8	7	6	5	5	4	4	4
220	9	7	6	5	5	4	4	3	3	3
230	7	5	4	4	3	3	3	2	2	2
240	4	3	3	2	2	2	2	2	1	1
250	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
260	korjuu päättyy									

* Aloittamishetkellä ruohossa raakavalkuaista 18 % (kuitua 28 % ja orgaanisen aineen sulavuus 75 %).

** Lopettamishetkellä ruohossa raakavalkuaista 16 % (kuitua 30 % ja orgaanisen aineen sulavuus 73 %).

Taulukkoon on laskettu todennäköinen säilörehun teon alkamis- ja päättymisajankohta ennustehetkellä. Huomioon on otettu kasvukauden alusta ennustehetkeen mennessä kertynyt lämpötilasumma (vuorokauden keskilämpötila yli 5°C) ja ennustehetken jälkeinen lämpötila. Säilörehun^{teon} alkamis- ja päättymisajankohta on esimerkissä laskettu ruohon raakavalkuaispitoisuuden perusteella. Säilörehun teko aloitetaan, kun ruohon raakavalkuaispitoisuus on laskenut 18 %:iin. Korjuu päättyy, kun ruohon raakavalkuaispitoisuus on pudonnut 16 %:iin.

Jos esimerkiksi ennustehetken lämpötilasumma on 180° ja ennustejankohdan jälkeinen vuorokauden keskilämpötila 14°C , olisi säilörehun teon aloittamiseen aikaa todennäköisesti 4 päivää. Jos sen sijaan ennustusajankohdan jälkeinen lämpötila olisikin vain 10°C , olisi rehun teon aloittamiseen aikaa 7 vuorokautta.

Vastaavasti, jos säilörehun teon aloittamisen (210°C) jälkeen vuorokautinen keskilämpötila olisi 14°C , olisi rehuntekokoikaa 5 vuorokautta. Mutta jos lämpötila olisikin vain 11°C , olisi rehuntekokoikaa 8 vuorokautta.

Sopivan korjuuajankohdan ennustamisessa olisi sulavuus parempi laadun mittari kuin raakavalkuaispitoisuus, koska se on riippuvainen paitsi kehitysteestä myös typpilannoituksesta.

Jos oheisen taulukon luvut olisi laskettu sulavuuden perusteella tapahtuisi korjuu hieman myöhemmin. Todettakoon, että esimerkiksi Englannissa ja Skotlannissa säilörehun korjuuajankohdan ennustaminen tehdään sulavuuden avulla (D-arvo). Kun orgaanisen aineen sulavuus on 70-75 %:n välillä, on paras säilörehuntekokoika.

Ennustepalvelu olisi järjestettävä tutkimusasemapiireittäin tärkeimmillä karjatalousalueilla. Kullakin tutkimusasemalla seurattaisiin lämpösumman kertymistä ja sopivana hetkenä ennuste julkaistaan paikallisissa tiedotusvälineissä. Menetelmä vaatii vielä tarkentamista, mutta periaate näyttää oikealta.

KIRJALLISUUS

- DENT, J. W. & ALDRICH, D. T. A. 1968. Systematic testing of quality in grass varieties. 2. The effect of cutting dates, season and environment. J. Br. Grassl. Soc. 23: 13-19.
- GRANT, E. A. & GURGESS, P. L. 1978. Timothy. Information service Canada Department of Agriculture Publication 1640:3-15.
- HARKES, R. D. & ALEXANDER, R. H. 1969. The digestibility and productivity of selected herbage varieties. J. Br. Grassl. Soc. 24:282-289.
- HIIVOLA, S-L., HUOKUNA, E. & RINNE, S-L. 1974. The effect of heavy nitrogen fertilization on the quantity and quality yield of meadow fescue and cocksfoot. Ann. Agric. Fenn. 13:149-160.
- HUOKUNA, E. & HIIVOLA, S-L. 1974. The effect of heavy nitrogen fertilization on sward density and winter survival of grasses. Ann. Agric. Fenn. 13:88-95.
- HUOKUNA, E. & LAPIOLAHTI, J. 1980. Different nitrogen fertilizers on meadow fescue ley. Ann. Agric. Fenn. 19:125-130.
- HUOKUNA, E. & RIPATTI, S. 1978. Enemmän kuiva-ainetta, vähemmän vettä. Pellervo 78, 9:18-19.
- JÖNSSON, N. 1981. Kvalitetsförändringar hos vallväxter. Sveriges lantbruksunivers., Institutionen för växtodling, rapport 93:1-53.
- MELA, T. 1975. Skördetidens betydelse för vallgrösets skörd och dess kvalitet. Nord. Jordbr. Forskn. 57,2:183-184.
- OLDER, H. & LINNUTAJA, A. 1976. Hentaimele saaki ja seeduvuse sõltuvus koristusaegsest arengufaasist. Sots. Põllum. 9:398-403.

- OLSEN, E. 1978. Vekstrytme og kjemisk innhold gjennom vekstsesongen hos 8 grasarter. *Forskning og forsøk i Lantbruket* 29:545-563.
- POIJÄRVI, I. 1955. Eräistä kasvavan ruohon ravintoarvoon vaikuttavista tekijöistä. *Maatal. ja koetoim.* 9:206-211.
- POUTIAINEN, E. & RINNE, K. 1971. Korjuuasteen vaikutus säilörehun ravintoarvoon. *Kehittyvä maatalous* 3:15-28.
- PULLI, S. 1980. Tärkeimpien kasvutekijöiden ja käytetyn viljelytekniikan suhteet nurmen kasvurytmiin ja sadonmuodostukseen. *Maatal. tiet. Aikak.* 52:185-214.
- RINNE, K. 1977. Korjuuasteen vaikutus nurmen satoon ja sadon laatuun. *Koetoim. ja Käyt.* 12.7.1977:26.
- SALO, M-L., NYKÄNEN, A. & SORMUNEN, R. 1975. Nurmikasvien koostumus, pepsiini-HCl-liukoisuus ja in vitro-sulavuus eri kasvuasteilla. *Maatal. tiet. Aikak.* 47,6:480-490.
- STEEN, E. 1972. Stigande mängder kväve till fem vallgräsarter skördade tre gånger per säsong. *Lantbr. högsk. Medd. A.* 176:1-43.
- SYRJÄLÄ, L. 1974. Säilörehun raaka-aineen korjuuaste. *Kehittyvä Maatalous* 20:27-37.
- TILLEY, J. M. & TERRY, R.A. 1963. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *J. Brit. Grassl. Soc.* 18:104-111.
- WALTERS, R., GRIFFITH, G., HUGHES, R. & JONES, D. 1967. Some factors causing differences in digestibility of grasses measured by an in vitro method. *J. Brit. Grassl. Soc.* 22,2:112-116.

KIITOKSET

Tekijät esittävät parhaat kiitokset dosenteille Marja-Liisa Salo ja Liisa Syrjälä-Qvist sekä maisteri Mikko Tuorille arvokkaista ohjeista ja sulavuusmääritysten teosta Hy:n kotieläintieteen laitokselle.

Kiitämme myös Lapin koeaseman laboranttia Mirja Stålnackea huolellisesti suoritetuista ruohonäytteiden kemiallisesta analysoinnista.

Maisteri Liisa Mattilalle olemme erittäin kiitollisia aineiston tilastollisesta käsittelystä.

Parhaat kiitokset myös koeasemiamme henkilökunnalle kenttäkokeiden ja satonäytteiden huolellisesta hoitamisesta.

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUKSEN TIEDOTTEET

1983

1. Maatalouden tutkimuskeskuksen yksiköiden tiedotteet 1975-1982. 48 p.
2. KONTTURI, M. Mallasohra - kirjallisuuskatsaus. 42 p.
3. NORDLUND, A. & ESALA, M. Maatalouden sääpalvelut ulkomailta. Kirjallisuustutkimus. 66 p.
4. MUSTONEN, L., PULLI, S., RANTANEN, O. & MATTILA, L. Virallisten lajikekokeiden tuloksia 1975-1982. 186 p. + 4 liitettä.
5. SUONURMI-RASI, R. & HUOKUNA, E. Kaliumin lannoitustason ja -tavan vaikutus tuorerehunurmien satoihin ja maiden K-pitoisuuksiin. 13 p. + 8 liitettä.
6. KEMPPAINEN, E. & HEIMO, M. Förbättring av stallgödselns utnyttjande. Litteraturöversikt. 81 p.
7. MULTAMAKI, K. & KASEVA, A. Kotimaiset lajikkeet. 10 p.
8. LÖFSTRÖM, I. Kasvien sisältämät aineet tuholaiistorjunnassa. 26 p.
9. HEIKINHEIMO, O. Kirvojen preparointi ja määrittäminen. 67 p. + 12 liitettä.
10. SAARELA, I. Soklin fosforimalmi fosforilannoitteena. p. 1-13. - Humuspitoiset lannoitteet p. 14-20.
11. YLÄRANTA, T. Jordanalysetoder i de nordiska länderna. 13 p.
12. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Avomaan vihanneskasvien lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1979-82. 21 p.
13. KIVISAARI, S. & LARPES, G. Kylvöajankohdan vaikutus kevätvehnän, ohran ja kauran satoon 10-vuotiskautena 1970-1979 Tikkurilassa. 54 p.
14. ERVIÖ, R. Maaperäkarttaselitys. ESP00 - INK00. 26 p.
15. BREMER, K. Ydinkasvien tuottaminen kasvisolukkoviljelyn avulla. 63 p.

1984

2. ESALA, M. & LARPES, G. Kevätviljojen sijoituslannoitus savimailalla. 35 p.
3. ETTALA, E. Ayrshire-, friisiläis- ja suomenkarjalehmien vertailu kotoisilla rehuilla. 7 p. + 18 liitettä.

4. LUOMA, S. & HAKKOLA, H. Keräkaalin lajikekokeiden tuloksia vuosilta 1975-83. 22 p.
5. KURKI, L. Tomaattilajikkeet ja hiilidioksidin lisäys. Kasvihuoneto-
maatin viljelylämpötiloista. Kasvihuonekurkun tuentamenetelmien ver-
tailua. Sijoituslannoitus ja kasvualustan ilmastus kasvihuonekurkulla
ja tomaatilla. 21 p.
6. VUORINEN, M. Italianraiheinä ja viljat tuorerehuna. 17 p.
7. ANISZEWSKI, T. Lupiini viherlannoituskasvina. Arviointeja esikokeiden
ja kirjallisuuden pohjalta. 11 p.
8. HUOKUNA, E. HAKKOLA, H. Koiranheinän ja timotein kasvu ja rehuarvon
muutokset säilörehuasteella. 54 p.

