

Laidunruohon kemiallinen koostumus eri tyypilannoitustasoilla

KALLE RINNE

Maatalouden tutkimuskeskus, Kasvinviljelylaitos

The chemical composition of pasture herbage affected by different levels of nitrogen fertilization

KALLE RINNE

Agricultural Research Centre, Department of Plant Husbandry

Abstract. Agricultural Research Centre, Institute of Plant Husbandry carried out in 1964–1968 nitrogen fertilizing experiments on pasture at the Experiment Stations of Häme, Etelä-Savo and Pohjois-Savo. Nitrogen fertilizing added from 100 to 300 kg/ha N increased the crude protein content 4.7 ± 0.5 %-units (from 21.1 % to 25.8 %) at Häme and 4.8 ± 0.8 %-units (from 18.2 % to 23.0 %) at Etelä-Savo. No more than 100 kg/ha N was needed for producing pasture fodder concentrated enough and containing enough crude protein for high yielding dairy cattle, provided that the pasture was not grazed too late.

The higher nitrogen treatment decreased the contents of N-free extracts and crude fibre. At Häme the content of N-free extracts decreased 4.0 ± 0.6 %-units (from 41.2 % to 37.2 %) and at Etelä-Savo 5.4 ± 0.8 %-units (from 46.0 % to 40.6 %). The crude fibre content decreased significantly at Häme (from 23.7 % to 22.7 %).

The higher nitrogen treatment had a favourable effect on the Ca, Mg and Na contents but, an unfavourable effect on the contents of P, K and NO_3 for the requirements of dairy cattle. The Ca and Na contents increased significantly at Etelä-Savo (Ca from 0.64 % to 0.75 % and Na from 0.016 % to 0.025 %). The content of Mg increased at Häme from 0.19 % to 0.21 % ($P < 0.001$) and at Etelä-Savo from 0.19 % to 0.24 % ($P < 0.001$). At Etelä-Savo the content of K also increased significantly (from 3.42 % to 3.75 %). The decrease in the P contents was not significant.

The increase in the NO_3 content caused by the higher nitrogen treatment, was significant. At Häme it was 0.80 ± 0.19 %-units (from 0.42 % to 1.22 %) and at Etelä-Savo 0.70 ± 0.16 %-units (from 0.11 % to 0.81 %). The increased NO_3 contents did not, however, have a harmful effect on the cattle.

The increases in crude protein and K contents of grass during the grazing season were the biggest seasonal changes. The crude protein content of grass at Etelä-Savo was at its lowest in the middle of the summer. At that time also the P content was at its lowest, whereas the contents of Ca and NO_3 were, on an average, at their highest.

The age of ley had an effect on the composition of grass. The older the ley the higher the crude fibre content, and the lower the mineral content, especially the K and Ca contents (Fig. 4). At the higher nitrogen treatment the crude protein content was constant excluding the high contents in the first year. At the lower nitrogen treatment the crude protein content decreased as the age of the ley increased. Generally, both the seasonal changes and the changes depending on the age were similar in both nitrogen treatments.

Laidunruohon ruokinnallisen arvon määrää sen kemiallinen koostumus. Pystyäkseen tuottamaan taipumuksiaan vastaavan määrän maitoa tai lihaa, olisi laitumella käyvän eläimen saatava ruohoa, joka on riittävän väkevää ja valkuaispitoista sekä sisältää oikeassa suhteessa välttämättömiä kivennäis- ja hivenaineita. Eläinten vaatimukset tässä suhteessa tiedetään melko tarkasti. Mitä paremmin laidunruoho vastaa näitä vaatimuksia, sitä vähemmän tarvitaan täydentäviä rehuja.

Maatalouden tutkimuskeskuksessa aloitettiin v. 1964 koesarja, jolla oli tarkoitus mm. selvittää, millainen vaikutus voimakkaalla typpilannoituksella on laitumen satoon ja laidunruohon laatuun. Näitä kokeita oli kolmessa paikassa: Hämeen koasemalla Pälkäneellä, Etelä-Savon koasemalla Mikkelissä sekä Pohjois-Savon koasemalla Maaningalla. Hämeen koaseman koe oli käynnissä vuosina 1964—1968, Etelä-Savon ja Pohjois-Savon kokeet vuosina 1964—1966. Hämeen ja Etelä-Savon kokeitten tulokset laitumen sadosta ja eläintuotoksista on julkaistu jo aikaisemmin (HUOKUNA 1968, RINNE ja TAKALA 1971).

Aineisto ja menetelmät

Nurmien kasvialajisto. Hämeen koasemalla nurmia oli perustettu sekä koiranheinä- että nurminatavaltaisilla siemenseoksilla. Koiranheinää oli nurmissa keskimäärin 25—30 %, nurminataa 10—15 %, timoteita 15—20 % ja niittynurmikkaa 15—25 %. Juolavehnää oli eräissä nurmissa runsaasti, jopa 14—28 %. Etelä-Savon koe oli kokonaan nurminatavaltaista nurmea, jossa oli joukossa myös timoteita. Pohjois-Savon kokeen nurmet oli perustettu useita lajeja sisältäneellä siemenseoksella. Niissä oli aluksi suunnilleen yhtä paljon timoteita, nurminataa ja koiranheinää. Myöhemmin nurminadan ja koiranheinän osuus väheni ja timotein lisääntyi. Samalla niihin tuli myös niittynurmikkaa.

Lannoitus. Hämeen ja Etelä-Savon kokeissa käytettiin kahta typpilannoitustasoa, 100 ja 300 kg/ha tyyppiä. Pohjois-Savon koasemalla typpilannoitus oli erilainen eri vuosina. Keskimäärin se oli 250 kg/ha tyyppiä. Nurmien peruslannoitus oli joka paikassa samanlainen, 35 kg/ha P ja 62 kg/ha K. Se levitettiin yhtenä eränä keväällä, kun taas typpi annettiin kolmena eränä.

Nurmien käyttö ja sadot. Nurmien sadosta käytettiin suurin osa hyväksi laiduntamalla. Jos alkukesällä oli enemmän ruohoa kuin karja ehti laiduntaa, niitettiin ylimäärä säilörehuksi tai heinäksi. Keskimääräiset sadot olivat seuraavat:

	ry/ha	
	100N	300N
Hämeen koasema	3010	3880
Etelä-Savon koasema	4100	5440
Pohjois-Savon koasema	2770	

Näytteiden ottaminen ja analyysit. Laidunruohosta otettiin näyte kemiallista analysointia varten jokaiselta lohkolta jokaisen syöttökerran yhteydessä välittömästi ennen lehmien päästämistä lohkolle. Näin voitiin selvittää, kuinka paljon ja minkäläatuista ruohoa karjalle kulloinkin oli tarjolla. Näyte saatiin yhdistämällä kymmenestä paikasta otetut osanäytteet.

Näytteistä tehtiin rehuanalyysi, johon kuuluvat kuiva-aine, raakavalkuais-, raakarasva-, raakakuitu- ja tuhkamääritykset sekä laskemalla saatava typtömien uuteaineiden osuus. Lisäksi analysoitiin kivennäisistä P, K, Ca, Mg ja Na. Osasta näytteitä määritettiin myös nitraattipitoisuus.

Hämeen koeaseman 5-vuotisesta kokeesta otettiin näytteet rehuanalyysiä varten neljältä viimeiseltä ja kivennäismäärityksiä varten kolmelta viimeiseltä vuodelta. 3-vuotisesta Etelä-Savon kokeesta tehtiin rehuanalyysit koko ajalta ja kivennäismääritykset kahtena viimeisenä vuotena ja Pohjois-Savon kokeesta samoin rehuanalyysit koko ajalta sekä kivennäismääritykset viimeiseltä vuodelta. Nitraattimääritykset tehtiin Hämeen koeaseman näytteistä vuosilta 1965 ja 1966 sekä Etelä-Savon ja Pohjois-Savon kaikkien koevuosien näytteistä.

Näytteitä analysoitiin seuraavasti:

	Häme	Etelä-Savo	Pohjois-Savo	yht.
Rehuanalyysi	236 kpl	102 kpl	151 kpl	489 kpl
nitraattimääritys	120 »	102 »	151 »	373 »
kivennäisanalyysi	168 »	62 »	64 »	294 »

Rehuanalyysiin kuuluvat määritykset tehtiin standardimenetelmillä ja kivennäisaineet analysoitiin atomiabsorptiospektrofotometrillä lukuun ottamatta fosforia, joka määritettiin kolorimetrisesti. Nitraattimäärityksissä käytettiin Onderzoek'in menetelmää.

Tulokset

Ruohon laatu (taulukko 1)

R a a k a v a l k u a i s p i t o i s u u s oli alemmallakin typpitasolla melko korkea, keskimäärin n. 20 %. Typpilannoitus nosti raakavalkuaispitoisuutta erittäin merkittävästi ($P < 0.001$). Ero raakavalkuaispitoisuudessa eri typpimääriä käytettäessä oli Hämeen koeasemalla 4.7 ± 0.5 %-yksikköä ja Etelä-Savon koeasemalla 4.8 ± 0.8 %-yksikköä. Pohjois-Savon koeasemalla 250 kg tyyppiä hehtaarille saaneen laidunruohon typpipitoisuus oli erittäin korkea, 26.3 %.

R a a k a k u i t u p i t o i s u u s laski Hämeen koeasemalla 1.0 ± 0.4 %-yksikköä typpilannoitusta lisättäessä. Etelä-Savon kokeessa ei ollut merkittävää eroa.

T y p e t t ö m ä n u u t e a i n e i d e n pitoisuuteen typpilannoituksella oli hyvin selvä vaikutus. Lisätyppi pienensi niiden osuutta Hämeen koeasemalla 4.0 ± 0.6 %-yksikköä ja Etelä-Savon koeasemalla 5.4 ± 0.8 %-yksikköä.

R a a k a r a s v a n osuutta lisätyppi kohotti vähän, mutta erittäin merkittävästi molemmilla koeasemilla.

T u h k a p i t o i s u u t e e n ei typpilannoituksella juuri ollut vaikutusta. Hämeen koeaseman kokeessa se oli keskimäärin sama kummallakin typpilannoituksella. Etelä-Savon kokeessa suurempi typpilannoitus nosti tuhkapitoisuutta noin puolella prosenttiyksiköllä.

Taulukko 1. Laidunruohon kemiallinen koostumus, % kuiva-aineesta.
 Table 1. Chemical composition of herbage, % in dry matter.

Koeasema <i>Experiment station</i>	N-lan- noitus <i>N-fertili- zation</i> kg/ha	Raaka- valkuainen <i>Crude protein</i>	Raaka- kuitu <i>Crude fibre</i>	Typettö- mät uute- aineet <i>N-free extracts</i>	Raaka- rasva <i>Crude fat</i>	Tuhka <i>Ash</i>	Nitraatti <i>NO₃ Nitrate</i>
Häme	100	21.1 ^e	23.7 ^e	41.2 ^f	3.7 ^e	10.6 ^a	0.42 ^e
	300	25.8 ^f	22.7 ^f	37.2 ^e	3.8 ^f	10.6 ^a	1.22 ^f
Etelä-Savo	100	18.2 ^e	22.5 ^a	46.0 ^e	3.5 ^e	9.7 ^e	0.11 ^e
	300	23.0 ^f	22.3 ^a	40.6 ^f	3.9 ^f	10.3 ^f	0.81 ^f
Pohjois-Savo	250	26.3	23.1	36.4	3.7	10.6	0.72
		Fosfori P	Kalium K	Kalsium Ca	Magnesium Mg	Natrium Na	
Häme	100	0.39 ^a	3.65 ^a	0.57 ^a	0.19 ^e	0.011 ^e	
	300	0.38 ^a	3.76 ^a	0.56 ^a	0.21 ^f	0.016 ^f	
Etelä-Savo	100	0.43 ^a	3.42 ^e	0.64 ^e	0.19 ^e	0.016 ^e	
	300	0.40 ^a	3.75 ^f	0.75 ^f	0.24 ^f	0.025 ^f	
Pohjois-Savo	250	0.39	3.45	0.58	0.24	0.015	

Typpinkoejäsenten väliset erot on testattu parittain t-testillä. Eri kirjaimilla varustetut arvot eroavat toisistaan merkitsevästi:

- a—b (P < 0.05)
- c—d (P < 0.01)
- e—f (P < 0.001)

Values followed by the different letters differ significantly from each other (t-test).

Nitraattipitoisuus nousi moninkertaiseksi typpilannoitusta lisättäessä. Jo pienemmällä typpilannoituksella se oli Etelä-Savon koetta lukuunottamatta melko korkea. Nitraattipitoisuuden nousu oli Hämeen koeasemalla 0.80 ± 0.19 %-yksikköä ja Etelä-Savon koeasemalla 0.70 ± 0.16 %-yksikköä.

Ruohon kivennäispitoisuus. Fosfori- ja kalsiumpitoisuuksiin typpilannoituksella oli vain vähäinen vaikutus. Fosforipitoisuus näytti yleensä alenevan, joskaan ei merkitsevästi, kun taas kalsiumilla muutosten suunta vaihteli. Etelä-Savon koeasemalla kalsiumpitoisuus nousi merkitsevästi.

Kaliumpitoisuus lisääntyi miltei poikkeuksetta typpilannoitusta lisättäessä, mutta merkitsevästi vain Etelä-Savon kokeessa (P < 0.001). Samalla tavalla suhtautuivat typpilannoitukseen magnesium ja natrium, joista edellisen pitoisuus lisääntyi kaikissa tapauksissa, ja myös jälkimmäisellä oli sama suuntaus selvä.

Ruohon eri ominaisuuksien väliset korrelaatiot (taulukot 2, 3 ja 4)

Selvimmät korrelaatiot vallitsivat raakavalkuais- ja raakakuitupitoisuuksien välillä sekä raakavalkuaisen ja typpettömien uuteaineiden välillä. Molemmat korrelaatiot olivat negatiivisia. Samoin oli kuiva-ainemäärän ja raaka-

Taulukko 2. Laidunruohon eri ominaisuuksien välisiä korrelaatioita Hämeen koeaseman kokeessa.

Table 2. Correlations (*r*-values) between the figures indicating the chemical composition of herbage at Häme experiment station.

		Kuiva-ainemäärä		Raakavalkuais-		Typett. uuteain.		Raakakuitu-	
		<i>Dry matter</i>		pitoisuus		pitoisuus		pitoisuus	
		100N	300N	<i>Crude protein</i>		<i>N-free extracts</i>		<i>Crude fibre</i>	
				100N	300N	100N	300N	100N	300N
Nitraattipitoisuus	1965	0.11	0.01	0.86***	0.73***	-0.75***	-0.68***	-0.21	-0.02
<i>Nitrate</i>	1966	0.13	0.44*	0.76***	0.41*	-0.81***	-0.63***	-0.41*	-0.29
Raakakuitu-	1965	0.36*	0.32	-0.41*	-0.17	-0.19	-0.37*		
pitoisuus	1966	0.46*	0.16	-0.71***	-0.69***	0.42*	0.06		
<i>Crude fibre</i>	1967	0.29	0.42*	-0.70***	-0.59**	-0.08	-0.22		
	1968	0.27	0.41*	-0.32	-0.37*	-0.26	-0.21		
Typettömien	1965	0.12	0.06	-0.73***	-0.80***				
uuteaineiden	1966	-0.09	-0.24	-0.83***	-0.70***				
pitoisuus	1967	0.14	-0.17	-0.63***	-0.59**				
<i>N-free extracts</i>	1968	0.10	0.28	-0.79***	-0.65***				
Raaka-	1965	-0.33	-0.24						
valkuais-	1966	-0.15	-0.11						
pitoisuus	1967	-0.30*	-0.22						
<i>Crude protein</i>	1968	-0.37*	-0.41*						

Taulukko 3. Laidunruohon eri ominaisuuksien välisiä korrelaatioita Etelä-Savon kokeessa.

Table 3. Correlations (*r*-values) between the figures indicating the chemical composition of herbage at Etelä-Savo experiment station.

		Kuiva-ainemäärä		Raakavalkuais-		Typett. uuteain.		Raakakuitu-	
		<i>Dry matter</i>		pitoisuus		pitoisuus		pitoisuus	
		100N	300N	<i>Crude protein</i>		<i>N-free extracts</i>		<i>Crude fibre</i>	
				100N	300N	100N	300N	100N	300N
Nitraatti-	1964	0.27	-0.16	0.58**	0.71***	-0.78***	-0.78***	-0.46*	0.22
pitoisuus	1965	-0.05	-0.22	0.20	0.58*	-0.38	-0.60*	0.17	0.03
<i>Nitrate</i>	1966	-0.05	0.14	0.26	0.65**	-0.09	-0.63**	-0.30	-0.19
Raakakuitu-	1964	0.25	0.35	-0.28	-0.36	-0.80***	-0.52*		
pitoisuus	1965	0.46	0.69**	-0.79***	-0.45	-0.52*	-0.24		
<i>Crude fibre</i>	1966	0.48	0.75***	-0.17	-0.65**	-0.75	0.17		
Typettömien	1964	-0.13	0.05	-0.31	-0.58**				
uuteaineiden	1965	0.35	0.27	-0.69**	-0.75***				
pitoisuus	1966	-0.02	-0.05	-0.51*	-0.60*				
<i>N-free extracts</i>									
Raakavalkuais-	1964	-0.12	-0.39						
pitoisuus	1965	-0.76***	-0.71**						
<i>Crude protein</i>	1966	-0.62**	-0.64**						

Taulukko 4. Laidunruohon eri ominaisuuksien välisiä korrelaatioita Pohjois-Savon koeaseman kokeessa.

Table 4. Correlations (*r*-values) between the figures indicating the chemical composition of herbage at Pohjois-Savo experiment station.

		Kuiva- ainemäärä <i>Dry matter</i>	Raakavalkuais- pitoisuus <i>Crude protein</i>	Typett. uuteain. pitoisuus <i>N-free extracts</i>	Raakakuitu- pitoisuus <i>Crude fibre</i>
Nitraattipitoisuus	1964	-0.04	0.13	0.03	-0.16
<i>Nitrate</i>	1965	0.26*	0.15	-0.27*	0.30*
	1966	0.31*	-0.02	-0.55***	0.43***
Raakakuitupitoisuus	1964	0.57*	-0.52*	0.03	
<i>Crude fibre</i>	1965	0.48***	-0.60***	-0.34**	
	1966	0.64***	-0.70***	-0.14	
Typettömien uute- aineiden pitoisuus	1964	0.60**	-0.86***		
	1965	-0.12	0.03		
<i>N-free extracts</i>	1966	0.01	-0.51***		
Raakavalkuaispitoi- suus	1964	-0.75***			
	1965	-0.39**			
<i>Crude protein</i>	1966	-0.58***			

valkuaispitoisuuden välillä useimmissa tapauksissa merkitsevä negatiivinen korrelaatio. Raakavalkuais- ja nitraattipitoisuuden välillä vallitsi varsinkin korkeammalla typpitasolla merkitsevä positiivinen korrelaatio. Typettömien uuteaineiden, jotka karkeasti kuvaavat sokereiden määrää, ja nitraattipitoisuuden välillä oli useimmiten merkitsevä negatiivinen korrelaatio.

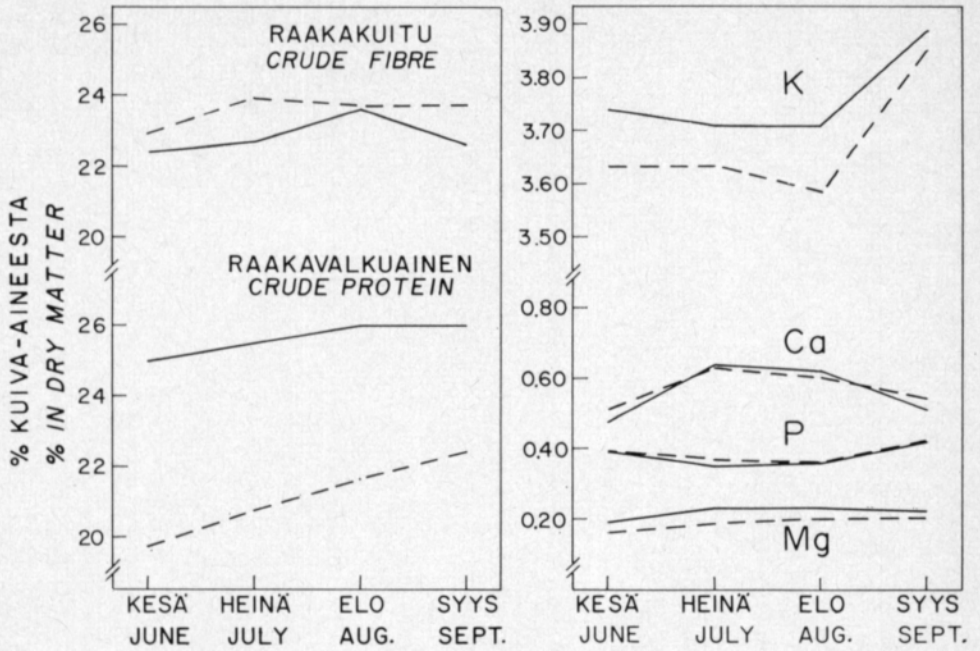
Muutokset ruohon kemiallisessa koostumuksessa laidunkauden aikana

Piirroksissa 1. ja 2. on eri kuukausina otettujen näytteiden analyysituloksista laskettu keskiarvot Hämeen ja Etelä-Savon kokeista. Touko- ja loka-kuulta on myös satunnaisesti joitakin näytteitä, mutta edelliset on yhdistetty kesäkuun ja jälkimmäiset syyskuun näytteiden tuloksiin.

Raakavalkuaispitoisuus oli korkeimmillaan syyskuussa. Hämeen kokeessa se lisääntyi syksyä kohti lähes suoraviivaisesti. Etelä-Savossa oli raakavalkuaispitoisuus sensijaan heinäkuussa pienempi kuin kesäkuussa. Tämän jälkeen se taas lisääntyi syksyä kohti. Pohjois-Savossa muutokset poikkesivat muista kokeista. Merkillepantavaa oli erittäin korkea valkuaispitoisuus kesäkuussa ja sen jyrkkä lasku heinäkuussa.

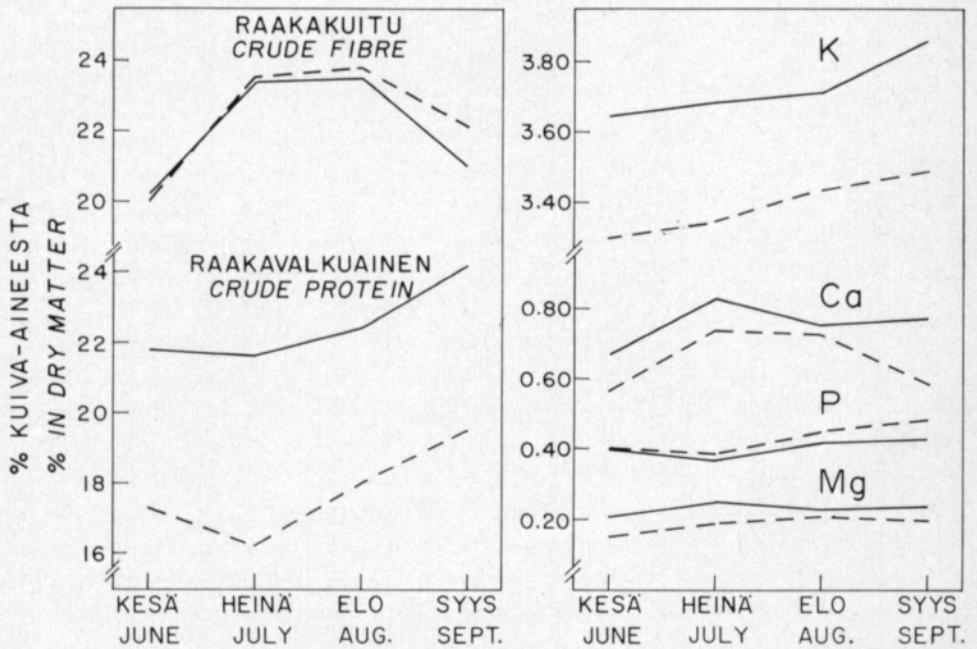
Raakakuitupitoisuus oli suurimmillaan keskikesällä. Selvimpänä tämä suunta näkyi Etelä-Savossa.

Kivennäiskoostumuksessa tapahtui myös muutoksia kesän mittaan. Kalsiumpitoisuus oli yleensä suurin heinä- ja elokuussa. Kaliumia oli vähiten kesäkuussa ja pitoisuus kasvoi syksyyn mennessä. Fosfori- ja magnesiumpitoisuuksien muutokset olivat pieniä. Fosforipitoisuus laski yleensä heinäkuussa, mutta lisääntyi senjälkeen. Magnesiumpitoisuus sensijaan osoitti lievää lisääntyvää suuntaa kesän kuluessa.



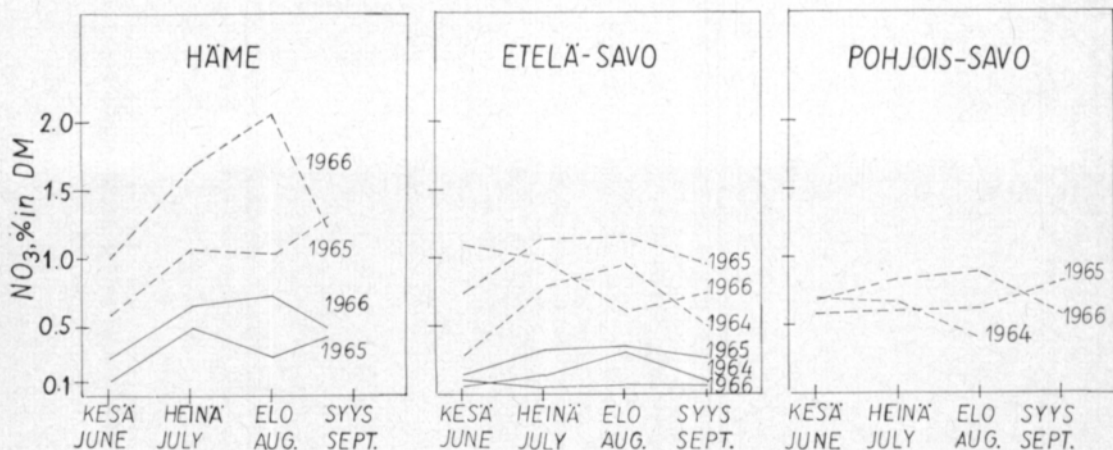
Piirros 1. Laidunruohon kemiallinen koostumus laidunkauden eri aikoina Hämeen koeasemalla. Katkoviiva = 100N, yhtenäinen viiva = 300N.

Fig. 1. Chemical composition of herbage during the grazing season at Häme experiment station. Dotted line = 100N, solid line = 300N.



Piirros 2. Laidunruohon kemiallinen koostumus laidunkauden eri aikoina Etelä-Savo koeasemalla. Katkoviiva = 100N, yhtenäinen viiva = 300N.

Fig. 2. Chemical composition of herbage during the grazing season at Etelä-Savo experiment station. Dotted line = 100N, solid line = 300N.



Piirros 3. Nitraattipitoisuus laidunkauden eri aikoina. Katkoviiva = 100N, yhtenäinen viiva = 250–300N.

Fig. 3. NO_3 -content of herbage during the grazing season. Dotted line = 100N, solid line = 250–300N.

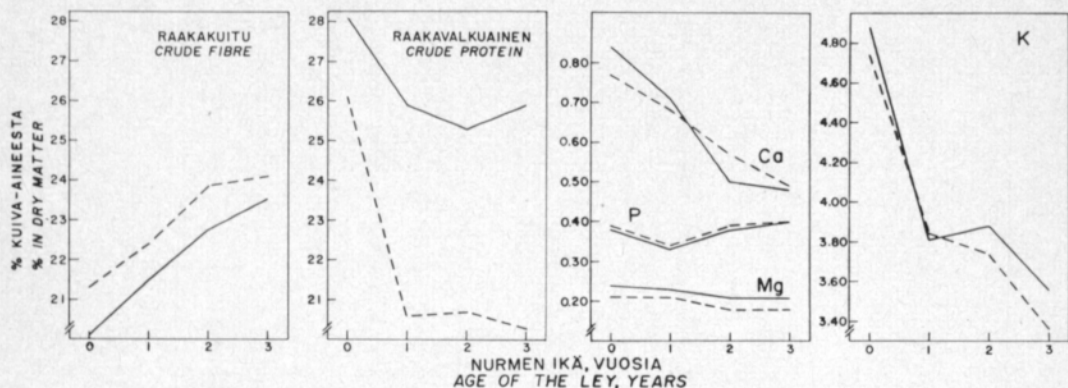
Nitraattipitoisuus oli miltei poikkeuksetta alhaisimmillaan kesäkuussa (Piirros 3). Heinä- ja elokuussa nitraattia oli selvästi enemmän varsinkin runsaammalla typpilannoituksella. Syyskuussa sen pitoisuus useimmiten alkoi taas lähestyä alkukesän tasoa. Eri vuosien väliset erot olivat varsinkin Hämeen koasemalla melko suuria. Myös eri laidunlohkojen välillä saattoi olla suuria eroja.

Laitumen iän vaikutus ruohon kemialliseen koostumukseen

Vertailuja eri ikäisten nurmien välillä tehtiin ainoastaan Hämeen koaseman kokeesta, koska siellä oli käytössä samanaikaisesti eri ikäisiä nurmia. Vertailussa olivat mukana perustamisvuoden sekä kolmen seuraavan vuoden nurmet. Piirroksessa 4. ja taulukossa 5. on perustamisvuoden nurmia merkitty nollalla. Ne nimittäin perustettiin keväällä, mutta niitä laidunnettiin jo samana kesänä.

Rehuanalyysin osalta olivat suurimmat muutokset raakakuitu- ja tuhkapitoisuuksissa. Raakakuidun osuus lisääntyi nurmen vanhetessa, keskimäärin 3.7 %-yksikköä, kun taas tuhkapitoisuus pieneni 2.7 %-yksikköä. Raakavalkuaispitoisuus oli perustamisvuonna korkeimmillaan, mutta myöhemmin erot olivat vähäiset. Tyytömissä uuteaineissa esiintyi sama ilmiö, mutta päinvastaisessa suunnassa. Muutokset raakaravapitoisuuksissa olivat vähäisiä. Nitraattipitoisuus oli perustamisvuotena 3–9-kertainen verrattuna myöhempään vuosiin, joiden aikana se edelleen hiukan pieneni.

Kivennäisaineista fosforin osuus pysyi lähes muuttumattomana. Kalsiumissa oli havaittavissa vähenevä suuntaus. Samoin oli myös magnesiumin suhteen joskin vähäisemmin. Kalium- ja natriumpitoisuudet olivat perustamisvuotena selvästi korkeampia kuin myöhemmin, jolloin pitoisuudet edelleen alenivat mutta hitaammin.



Piirros 4. Laidunruohon kemiallinen koostumus eri ikäisissä nurmissa Hämeen koasemalla. Katkoviiva = 100N, yhtenäinen viiva = 300N.

Fig. 4. Chemical composition of herbage in leys of different age at Häme experiment station. Dotted line = 100N, solid line = 300N.

Taulukko 5. Laidunruohon koostumus eri ikäisissä nurmissa Hämeen koaseman kokeessa, % kuiva-aineessa. Perustamisvuosi = 0.

Table 5. Chemical composition of herbage in leys of different age at Häme experiment station, % in dry matter.

Nurmen ikä v. Age years	Tuhka Ash		Rasva Fat		Typpetömät uuteaineet N-free extracts		Nitraatti NO ₃		Natrium Na	
	100N	300N	100N	300N	100N	300N	100N	300N	100N	300N
0	12.9	12.8	4.0	3.9	35.7	34.3	1.40	2.95	0.027	0.037
1	11.0	11.3	3.9	3.9	41.1	36.3	0.27	0.95	0.015	0.016
2	10.2	10.4	3.6	3.7	42.0	38.1	0.29	0.97	0.011	0.013
3	10.3	10.0	3.7	3.9	41.2	36.9	0.15	0.80	0.008	0.013

Eri typpimäärillä olivat muutokset nurmen vanhetessa samansuuntaisia lukuunottamatta raakavalkuaista, jonka määrä pienemmällä typpilannoituksella väheni huomattavasti nopeammin kuin suuremmalla typpilannoituksella.

Laidunruohon kemiallinen koostumus ja karjan vaatimukset

Mikäli rehun valkuaisväkevyydessä pidetään tavoiteltavana arvoa 180 g sulavaa raakavalkuaista rehuyksikköä kohden, oli laidunruohossa valkuaista useimmiten riittävästi. Silloin, kun ruoho alkukesällä pääsi vanhenemaan ja sen korkea kuitupitoisuus rajoitti kulutusta, jäi myös karjan saama valkuaismäärä alhaiseksi, koska samalla ruohon valkuaispitoisuus oli alimmillaan.

Kivennäisaineista oli fosfori hyvin lähellä sitä alarajaa, joka olisi suositeltava eläinten rehussa. Sen pitoisuus ei juuri mennyt tämän rajan alapuolelle, vaikka typpilannoitus hiukan alensikin fosforipitoisuutta. Kaliumia oli poikkeuksetta enemmän, kuin karjan kannalta olisi ollut tarpeen. Typpilannoitus vielä lisäsi sen osuutta. Usein kalipitoisuus oli jopa suurempi kuin

eläinten terveyden kannalta katsotaan olevan suotavaa. Tämän ei kuitenkaan havaittu aiheuttavan selviä haittoja.

Tiedot lypsykarjan rehun kalsiumpitoisuuden alarajasta vaihtelevat jonkin verran. Sen määrä olisi kuitenkin yleensä riittänyt pienituotoksisille lehmillä, mutta olisi ollut liian pieni korkeatuotoksisimmille. Magnesiumia oli yleensä riittävästi. Natrium-pitoisuus sen sijaan oli selvästi liian alhainen. Sitä oli vain noin kymmenes osa karjan tarvitsemasta määrästä. Kivennäistarpeen määrittelyssä on käytetty pohjoismaisia normilukuja (Foderjournalen 1975).

Tulosten tarkastelu

Laidunruohon raakavalkuaispitoisuudet olivat jo pienempääkin typpimäärää käytettäessä varsinkin Hämeen koeaseman kokeissa korkeat. Etelä-Savon kokeessa sen sijaan 100 typpikilon koejäsenellä oli valkuaispitoisuus keskimäärin jonkin verran pienempi kuin muissa kokeissa. Tämä johtui siitä, että siellä oli ruoho yleensä syötön alkaessa jo lähes säilörehuasteella (HUOKUNA 1968). Ero valkuaispitoisuuksissa eri typpilannoitustasojen välillä oli sensijaan Hämeen ja Etelä-Savon kokeissa yhtä suuri eli vajaat viisi prosenttiyksikköä. Näissä kokeissa siis n. 40 kg puhdasta typpeä lisäsi valkuaispitoisuutta yhdellä prosenttiyksiköllä siirryttäessä sadasta kolmeensataan typpikilon. Kokeissa, joissa ruoho niitettiin laidunasteella, oli valkuaispitoisuus samalla typpilannoitustasolla lisääntynyt jyrkemminkin (RINNE 1971). Vertailua niitettävien ja laidunnettavien kokeiden välillä ei tosin voida suoraan tehdä, koska eläinten ulosteissa maahan palautuva typpi lisää kasvien saamaa määrää niin, että 300 kilon typpitasolla kasvit eivät enää pysty käyttämään kaikkea käytettävissä olevaa typpeä yhtä tehokkaasti kuin alemmalla tasolla.

Laidunruohon kemiallisessa koostumuksessa eri komponenttien väliset korrelaatiot osoittavat selvästi, että mitä raakavalkuaispitoisempaa ruoho on, sitä vähemmän siinä on raakakuitua ja typtttömiä uuteaineita. Raakavalkuaispitoisuus on myös sitä suurempi, mitä pienempi on kuiva-ainemäärä. Tämä kuvastaa sitä, että ruohon lisääntyessä ja vanhetessa raakavalkuaispitoisuus pienenee.

Raakavalkuaispitoisuus oli alimmillaan kesä- tai heinäkuussa, jolloin ruoho nopean kasvun vuoksi usein pääsi vanhenemaan huolimatta siitä, että ylimäärä niitettiin. Tällöinkin valkuaista oli yleensä yli karjan tarpeen. Ainoastaan Etelä-Savon kokeessa pienemmällä typpimäärällä laski raakavalkuaispitoisuus heinäkuussa alle sen, mitä n. 20 kg päivässä lypsävä lehmä tarvitsee. Jos ko. lehmän lasketaan tarvitsevan rehunsa kuiva-aineessa 12–13 % sulavaa raakavalkuaista, tämä vastaisi 17–18.5 % raakavalkuaista mikäli sulavuus olisi 70 %.

Raakakuidun ja typtttömiä uuteaineiden yhteismäärää voitaisiin PALOHEIMON (1962) mukaan kutsua raakahiilihydraateiksi, jotka ovat

eläinten energianlähteenä. Tämän osan sulavuudesta riippuu, pystyvätkö eläimet tyydyttämään sillä energiantarpeensa. Koska sulavuusmääriä ei tehty, ei voida esittää lukuja energiantarpeen ja -saannin välisestä suhteesta. Sulavuuden on todettu laskevan korjuuasteen vanhetessa hyvin nopeasti (POUTIAINEN ja RINNE 1971), joten on ilmeistä, että maitomäärien nopea lasku alkukesällä juuri siihen aikaan, kun jouduttiin syöttämään kehitysasteeltaan vanhaa ruohoa, johtui suureksi osaksi energian puutteesta. Näitä poikkeuksia lukuunottamatta rehu oli keskimäärin hyvin väkevää. Laskeamalla saadut ry-arvot (NJF 1969) vaihtelivat 1.19–1.25 kg kuiva-ainetta rehuyksikköön.

Nitratipitoisuudet olivat varsinkin suurempaa typpimäärää käytettäessä korkeita. Niistä ei kuitenkaan havaittu olevan haittaa eläimille. Tiedot vahingollisista nitratipitoisuuksista vaihtelevat paljon. Korkeitakin pitoisuuksia on todettu ilman haittoja (RAYMOND ja SPEDDING 1966, PHIPPS 1975). On ilmeistä, että NO_3 -pitoisuus voi nousta jopa 1.5 %:iin ilman, että siitä on vaaraa eläinten terveydelle. Poikkeuksellisesti saattoi nitratipitoisuus nousta jopa yli 2 %:n, eikä eläimissä havaittu mitään myrkytysoireita.

Eri koepaikkojen välillä oli suuret erot nitratipitoisuuksissa. Etelä-Savon kokeessa ne olivat pienemmällä typpilannoituksella hyvin alhaisia verrattuna muihin koepaikoihin. Tämä johtui ilmeisesti siitä, että kyseisessä kokeessa ruoho syötettiin yleensä melko myöhäisellä kehitysasteella. PHIPPS (1975) on todennut ruohon nitratipitoisuuden saavuttavan huippunsa jo 14 vrk typpilannoituksen jälkeen.

Alhaisimmillaan nitratipitoisuus oli alkukesästä. Korkeimmillaan se oli heinä- ja elokuussa ja laski taas jonkin verran syyskuussa. Poikkeuksia esiintyi jonkin verran, mikä johtui siitä, että väliaika lannoituksesta syöttöön vaihteli.

Eläinten tarpeita ajatellen olivat fosfori-, kalsium- ja magnesiumipitoisuudet ruohossa riittävät melko runsastakin maidontuotantoa ajatellen. Kaliumia oli aina riittävästi, kun taas natriumia oli selvästi tarvetta vähemmän. Typpilannoitus lisäsi kalipitoisuutta varsinkin loppukesällä usein jo sille rajalle, jota pidetään haitallisena. Kalipitoisuuden nousuun loppukesällä on vaikuttanut eläinten ulosteissa maahan palautuva kali. Kokeissa, joissa kalilannoitus on ollut samantasoinen, mutta ruoho on korjattu säilörehuksi, on kalipitoisuus ollut pienimmillään syksyllä (RINNE ym. 1975). Typpilannoituksen fosforipitoisuutta pienentävä vaikutus, joka tosin oli lievä, oli luonnollisesti karjan kannalta epäedullinen. Sensijaan typpilannoitus vaikutti edullisesti natrium- ja magnesiumipitoisuuksiin.

Tulokset osoittavat, että riittävästi lannoitetut ja tehokkaasti hyväksikäytetyt laitumet voivat lähes koko laidunkauden ajan tuottaa väkevyytensä ja valkuaispitoisuutensa suhteen hyvää rehua, jolla pystytään tyydyttämään korkeatuottoisenkin karjan tarpeet. Ainoastaan alkukesällä, jolloin kasvu on nopeinta, voi ruoho päästä vanhenemaan, ja täyttyvyys saattaa muodostua tuotantoa rajoittavaksi tekijäksi.

Tiivistelmä

Vuosina 1965—68 Maatalouden tutkimuskeskuksen tekemissä laitumen typpilannoituskokeissa Hämeen, Etelä-Savon ja Pohjois-Savon koeasemilla saatiin seuraavia tuloksia:

1. Typpilannoituksen nostaminen 100 kg:sta 300 kg:an hehtaarille
 - lisäsi erittäin merkitsevästi ruohon raakavalkuaispitoisuutta,
 - vähensi erittäin merkitsevästi typettömien uuteaineiden ja Hämeen koeasemalla myös raakakuidun osuutta,
 - vaikutti karjan ravitsemuksen kannalta edullisesti ruohon kalsium-, magnesium- ja natriumpitoisuuksiin eli kohotti niiden osuutta,
 - vaikutti negatiivisesti ruohon fosfori-, kalium- ja nitraattipitoisuuksiin eli alensi fosforipitoisuutta ja kohotti kalium- ja nitraattipitoisuuksia.
2. Kausivaihteluista selvimmät olivat
 - raakavalkuaispitoisuuden kohoaminen syksyä kohden,
 - alhaisimmat fosforipitoisuudet ja
 - korkeimmat kalsium- ja nitraattipitoisuudet keskikesällä.
3. Nurmen iän lisääntyessä
 - ruohon raakakuitupitoisuus ja typettömien uuteaineiden osuus kasvoivat,
 - nitraatti- ja kivennäisainepitoisuudet sekä raakavalkuaispitoisuus alenivat.

KIRJALLISUUSLUETTELO

- ANON. 1969. Nordisk jordbrugsforskning, Fodermiddeltabel 51.1.
— * — 1975. Förslag till normer för makro- och mikromineraler till nötkreatur och svin. Foderjournalen 14, 3—4: 54—106.
- HUOKUNA, E. 1968. Lypsykarjan laitumen runsas typpilannoitus. Ann. Agric. Fenn. 7, 1: 25—32.
- PALOHEIMO, L. 1962. Food analysis and the evaluation of foods. Nord. Jordbr. forskn. 44: 78—86.
- PHIPPS, R. H. 1975. The effects on dairy cows of grazing pasture containing high levels of nitrate-nitrogen. J. Br. Grassland Soc. 30: 45—49.
- POUTIAINEN, E. & RINNE, K. 1971. Korjuuasteen vaikutus säilörehun ravintoarvoon. Kehittyvä maatalous 3: 15—26.
- RAYMOND, W. F. & SPEDDING, C. R. W. 1966. Nitrogenous fertilizers and the feed value of grass. Proc. 1st Europ. Grassl. Fed. Meet. Wageningen 151—160.
- RINNE, K. 1971. Typpilannoituksen vaikutus koiranheinä- ja nurminatanurmeen. Kehittyvä maatalous 5: 12—21.
- * — & TAKALA, M. 1971. Nautakarjan laitumen typpilannoituksesta. Ann. Agric. Fenn. 10, 25—32.
- RINNE, S.-L., SILLANPÄÄ, M., HUOKUNA, E. & HIIVOLA, S.-L. 1975. Effects of heavy nitrogen fertilization on potassium, calcium, magnesium and phosphorus contents in ley grasses. Ann. Agric. Fenn. 13: 96—108.

Käsikirjoitus saapunut 4. 3. 1976