

Y. van der Honing en Y.S. Rijpkema

Instituut voor Veevoedingsonderzoek "Hoorn"

**Vergelijking van kunstmatig gedroogd gras
met hooi in rantsoenen voor melkvee
door middel van een voederproef en energiebalansproeven**

With a summary:

Comparison of artificially dried grass with hay in rations for
dairy cows with a feeding trial and energy balance trials



Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie

Wageningen - 1974

370091

Abstract

Honing, Y. van der & Y.S. Rijpkema (1974) Vergelijking van kunstmatig gedroogd gras met hooi in rantsoenen voor melkvee met behulp van een voederproef en van energiebalansproeven (Comparison of artificially dried grass with hay in rations for dairy cows by means of a feeding experiment and energy balance trials). Versl. landbouwk. Onderz.: (Agric. Res. Rep.) 820, ISBN 90 220 0516 X, 48 p., 2 figs, 20 tables, 19 refs, Eng. and Dutch summaries.

Experiments were carried out to study the differences in feeding value of hay and artificially dried grass (in the long form or pelleted) in dairy cattle rations using the Scandinavian feeding-trial-technique and the energy-balance-trial technique (indirect calorimetry). The results of both methods were compared to calculate the net energy (NE) content of the roughages.

Differences in milk and milk fat production were small. There was hardly any difference in NE-content of the rations used in the balance trials, because the lower NE-content was compensated for by a somewhat higher utilisation of the ME. The accuracy of each independent method was not high enough to prove that the differences in NE-content of the roughages were statistically significant. Nevertheless the results of the two methods were in good agreement and might indicate, that the crude fibre correction for calculating the starch equivalent of hay and of artificially dried grass in the long form is nearly the same. However, in that case artificially dried grass may stimulate milkproduction somewhat more than hay.

ISBN 90 220 0516 X

© Centrum voor landbouwpublicaties en landbouwdocumentatie, Wageningen, 1974.

Niets uit deze uitgave mag worden vervoelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever. No part of this book may be reproduced or published in any form by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publishers.

1 Inleiding

De produktie van kunstmatig gedroogd gras heeft zich jarenlang op een vrij constant niveau gehandhaafd. De laatste jaren is er echter onder invloed van een aantal technische en economische ontwikkelingen in de rundveehouderij een toenemende interesse voor de gebruiksmogelijkheden van kunstmatig gedroogd gras te constateren. Tot voor kort werd de produktie van kunstmatig gedroogd gras vooral gezien als een mogelijkheid om meer en beter ruwvoer van eigen bedrijf in het rantsoen op te nemen waardoor de aankoop van krachtvoer kon worden beperkt. Thans gaan echter ook andere factoren gewicht in de schaal leggen; zo heeft Reitsma (1972) onlangs aangegeven onder welke voorwaarden het kunstmatig drogen van gras in vergelijking tot het winnen van voordroogkuil voor weidebedrijven aantrekkelijk kan zijn.

In Nederland zijn nog weinig onderzoekresultaten bekend over de invloed van grotere hoeveelheden kunstmatig gedroogd gras op de produktie van melkkoeien. Wel werd door Dijkstra (1939) een vergelijkende voederproef gedaan om de voederwaarde van kunstmatig gedroogd gras voor melkvee vast te stellen, maar daarbij bestond slechts een deel ($\pm 30\%$) van het ruwvoer-rantsoen uit kunstmatig gedroogd gras. Dit was ook het geval bij vergelijkende voederproeven met kunstmatig gedroogd voorjaars- en herfstgras bij melkvee (Dijkstra, 1954). Van der Honing & Schlepers (1971) maken melding van een opnameproef, waarin 'lang' kunstmatig gedroogd gras als enig ruwvoer werd verstrekt. De proefduur was daarbij echter te kort (14 dagen) voor het beoordelen van een mogelijke invloed op de melkproduktie.

Teneinde meer informatie te krijgen over de invloed van kunstmatig gedroogd gras als enig ruwvoer in het rantsoen op de melkproduktie en de samenstelling van de melk werd tijdens

het stalseizoen 1971-1972 in Hoorn een vergelijkende voederproef bij melkvee genomen, waarvan opzet en uitkomsten zijn beschreven in het eerste deel van deze publikatie. Het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit en de zetmeelwaarde, die met behulp van verteringsproeven met hamels op de gebruikelijke wijze werden berekend, dienden hierbij als maat voor de voederwaarde. Hierbij werd tevens verondersteld dat de verteerbaarheid bij hamels overeenkomt met die bij rundvee. Deze veronderstelling steunt o.a. op onderzoek van Dijkstra et al. (1962), waarbij goede overeenstemming werd gevonden in verteerbaarheid van hooi en kuilvoer bij hamels en bij droogstaande koeien. Bij melkgevende koeien echter is het voederniveau meestal veel hoger, terwijl tevens belangrijke hoeveelheden krachtvoer in het rantsoen worden opgenomen: twee redenen waarom de verteerbaarheid van het ruwvoer zou kunnen worden beïnvloed. Het is dan ook een vraag of de verteringscijfers van hamels voor hooi en kunstmatig gedroogd gras goed overeenstemmen met die van melkgevende koeien en vooral of de verteringscoëfficiënten bij hamels voldoende inlichtingen geven over de beschikbare en netto energie van deze soorten voer, als deze gebruikt worden in gemengde rantsoenen van ruwvoer en krachtvoer voor melkvee met een produktie van 20-30 kg melk per dag. Tevens zou het zinvol zijn na te gaan of deze gehalten aan beschikbare en netto energie kunnen worden afgeleid uit resultaten van verteringsproeven met hamels of eventueel uit die van de verteerbaarheidsbepaling in vitro.

Deze overwegingen leidden onder meer tot een serie energiebalansproeven met melkkoeien om het gehalte aan beschikbare en netto energie van hooi, kunstmatig gedroogd gras en grasbrokjes van hetzelfde uitgangsmateriaal in rantsoenen voor nieuwmelkte koeien te bepalen en met elkaar te vergelijken. Deze proeven, die in het tweede deel van de publikatie worden beschreven, werden uitgevoerd in de verteringsstal en de respiratiekamers van de afdeling Fysiologie der Dieren van de Landbouwhogeschool te Wageningen. De hiervoor benodigde analyses werden op het laboratorium van deze afdeling uitgevoerd. Het bij deze proeven gebruikte hooi en kunstmatig gedroogde gras in balen waren van hetzelfde materiaal als bij de voeder-

proef in Hoorn, zodat de verkregen informatie omtrent de energetische voederwaarde vergeleken kon worden met de uitkomsten van de voederproef.

2 Voederproef met kunstmatig gedroogd gras en hooi

(A. Steg, Y.S. Rijpkema en H. de Visser)

2.1 Opzet van de proef

De proef werd genomen in de periode 12 december 1971 - 21 april 1972 volgens het schema in tabel 1.

2.2 Uitvoering

2.2.1 Proefdieren

Bij de proef waren 24 F.H.-melkkoeien betrokken, die bij het begin van de eerste hoofdperiode 3 à 4 maanden in lactatie waren. Bij het begin van de voorperiode werden 2 groepen van 12 dieren gevormd, die gemiddeld wat betreft lichaamsgewicht, melkproduktie, leeftijd en kalftijd zo goed mogelijk overeenkwamen (zie tabel 2). De indeling werd gedurende de proef niet gewijzigd.

Tabel 1. Opzet van de voederproef met hooi (groep I) en kunstmatig gedroogd gras (groep II).

Periode	Duur van de periode (weken)	Verstrekt ruwvoer	
		groep I	groep II
voorperiode/control period I	3	hooi/hay	hooi/hay
overgangsperiode/transition period I	1		
hoofdperiode I/experimental period I	5	hooi 1e snede/hay 1st cut	gedr. gras 1e snede/art. dried grass 1st cut
hoofdperiode II/experimental period II	3	hooi 2e snede/hay 2nd cut	gedr. gras 2e snede/art. dried grass 2nd cut
overgangsperiode II/transition period II	1		
naperiode/control period II	4	hooi/hay	hooi/hay
Period	Length of the period (weeks)	group I	group II
		Roughage	

Table 1. Design of the feeding experiment with hay (group I) and artificially dried grass (group II).

Tabel 2. Indeling van de groepen per 12 december 1971.

	Koe nr.	Gewicht (kg)	Melk (kg)	Vet (g)	Leeftijd (jaren)	Kalfdatum
<u>groep I (hooi)/group I (hay)</u>						
	28	609	24,4	902	6	31 okt.
	99	566	26,3	920	7	4 nov.
	82	561	28,8	1162	5	1 nov.
	44	548	26,6	966	5	16 okt.
	17	496	24,0	933	3	4 okt.
	16	479	26,0	940	5	11 okt.
	65	481	25,6	980	4	10 okt.
	40	518	28,7	1052	6	19 okt.
	78	557	25,4	857	4	29 okt.
	8	559	26,6	1028	6	30 okt.
	75	581	27,4	990	5	19 okt.
	76	595	30,2	1269	4	13 okt.
	gem./mean	546	26,7	1000	5,0	21 okt.
<u>groep II (kunstmatig gedroogd gras)/group II (artificially dried grass)</u>						
	64	596	25,4	887	4	24 okt.
	88	577	26,6	980	7	29 okt.
	77	560	25,5	872	5	22 okt.
	33	553	28,4	1013	6	25 okt.
	13	517	25,5	908	5	20 okt.
	71	491	24,7	843	4	24 okt.
	23	470	23,7	928	3	3 okt.
	68	542	31,5	1264	4	20 okt.
	57	540	29,6	1029	5	15 okt.
	70	563	29,5	1299	7	22 okt.
	30	570	27,4	1032	5	5 okt.
	81	589	25,9	961	6	31 okt.
	gem./mean	547	27,0	1001	5,1	20 okt.
	Cow no.	Weight (kg)	Milk (kg)	Fat (g)	Age (years)	Date of calving

Table 2. Grouping of the cows at 12 December 1971.

2.2.2 Rantsoenen

De dieren werden individueel gevoerd, waarbij het ruwvoerrantsoen werd aangevuld met krachtvoer volgens de normen van het C.V.B. De rantsoenen werden eens per twee weken aangepast op grond van het lichaamsgewicht en de melkproduktie tijdens de voorafgaande veertien dagen. Het ruwvoer werd naar behoefte gevoerd, met als beperking dat in de voorperiode 9 kg, in de hoofdperioden 10 kg en in de naperiode 11 kg per dier per dag als maximum werd aangehouden. Het ruwvoerrantsoen werd dagelijks in 4 ongeveer gelijke porties afgewogen en verstrekt; het krachtvoer werd per dag afgewogen en in 2 porties verstrekt.

2.2.3 Wegingen en bemonsteringen

Gedurende de proef werden de dieren één keer per week gewogen. Tevens werden de dieren gewogen op drie achtereenvolgende dagen aan het einde van de voorperiode en het einde van de tweede overgangsperiode. Bij het begin van hoofdperiode I en het einde van hoofdperiode II werd door 3 deskundigen onafhankelijk de conditie van de dieren beoordeeld.

De melkproduktie van de koeien werd wekelijks gedurende 4 opeenvolgende dagen bepaald, waarbij van de avond- en de morgenmelk een proportioneel monster werd genomen. De monsters van de 4 dagen werden samengevoegd en in dit verzamelmonster werden eenmaal per week het vet- en eiwitgehalte bepaald.

Van het verstrekte voer werden monsters genomen om de chemische samenstelling te bepalen. Van de in de hoofdperioden verstrekte soorten ruwvoer werden hoeveelheden van ongeveer 100 kg gereserveerd voor verteringsproeven met hamels.

Hooi en kunstmatig gedroogd gras waren van dezelfde snede en afkomstig van hetzelfde perceel blijvend grasland. Het gras van de eerste snede werd gemaaid op 21 mei 1971, dat van de tweede snede op 5 juli 1971. De hooiwinning werd bij het materiaal van de eerste snede nogal bemoeilijkt door onbestendig weer. Tussen maaien en kunstmatig drogen lagen bij de eerste snede 3 dagen en bij de tweede 2 dagen. Het gras werd gedroogd op een 'Van de Bosch-banddroger' van de Coöp. Grasdrogerij te Loënga (Friesland) en in lange vorm tot balen geperst. Tussen maaien en inschuren van het hooi lagen bij de eerste snede 10 dagen en bij de tweede 4 dagen. Het hooi werd in de tas met koude lucht geventileerd.

Zoals reeds werd vermeld, is van de ruwvoerders die in de hoofdperioden werden gebruikt de verteerbaarheid bij hamels bepaald. Een overzicht van de uitkomsten van de verteringsproeven wordt gegeven in tabel 3. Het meest in het oog springen de verschil tussen de monsters hooi en gedroogd gras is de lagere verteerbaarheid van het ruw eiwit in het gedroogde gras. Dit kan er op wijzen, dat het gras bij het drogen aan te hoge temperaturen blootgesteld is geweest. Omdat het ruwvoer zowel bij het inschuren als bij het voeren uitvoerig was bemonsterd,

Tabel 3. Samenstelling en verteerbaarheid van de ruwvoerders, bepaald in verteringsproeven met 4 hamels (voederniveau: 1100 g materiaal per dier per dag).

	Droge stof (%)	In de droge stof (%)				
		organische stof	ruw eiwit	ruw vet + overige koolhydr.	ruwe celstof	as
<u>hooi 1e snede/hay 1st cut (V 1005)</u>						
saamenstelling/composition	89,51	90,21	15,26	43,94	31,00	9,78
gemiddelde verteringscoëff./	70,5	73,2	63,2	75,3		45,5
mean digestibility coeff.						
variatiecoëff./variation coeff.	1,4	1,6	3,0	1,8		1,7
<u>kunstmatig gedroogd gras 1e snede/artificially dried grass 1st cut (V 1006)</u>						
saamenstelling/composition	86,72	90,17	14,03	48,50	27,63	9,82
gemiddelde verteringscoëff./	70,7	73,2	54,9	76,6		47,8
mean digestibility coeff.						
variatiecoëff./variation coeff.	1,0	0,9	3,9	0,8		1,8
<u>hooi 2e snede/hay 2nd cut (V 1007)</u>						
saamenstelling/composition	84,76	88,36	15,91	47,70	24,75	11,63
gemiddelde verteringscoëff./	73,2	77,4	66,6	79,8		41,0
mean digestibility coeff.						
variatiecoëff./variation coeff.	1,0	0,8	1,9	0,7		4,9
<u>kunstmatig gedroogd gras 2e snede/artificially dried grass 2nd cut (V 1008)</u>						
saamenstelling/composition	87,76	88,40	14,99	48,44	24,97	11,59
gemiddelde verteringscoëff./	70,7	75,4	59,5	78,7		34,4
mean digestibility coeff.						
variatiecoëff./variation coeff.	1,5	1,1	3,3	0,8		7,8
	Dry matter (%)	organic matter	crude protein	crude fat + N-free extract	crude fibre	ash
		In the dry matter (%)				

Table 3. Composition and digestibility of the roughages from the digestibility trials with 4 wethers (level of feeding: 1100 g material per animal per day).

kon door vergelijking van de analyseresultaten van de monsters een indruk worden verkregen over de veranderingen die tijdens de bewaring zijn opgetreden (zie tabel 4). Daarbij bleek het droge-stofgehalte van het gedroogde gras op het moment van voeren aanzienlijk lager te zijn dan werd geschat op grond van het zeer hoge droge-stofgehalte bij het inschuren. In de droge stof was het verschil tussen geschatte en werkelijke chemische samenstelling gering.

Uitgaande van de chemische samenstelling bij het inschuren en de schatting daarvan na bewaring, werden de zetmeelwaarde en het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit van het ruwvoer - mede met behulp van de in de 'Handleiding voor de Bere-

Tabel 4. Samenstelling van het ruwvoer bij het inschuren (1), bij de verteringsproeven (2) en bij de voederproef (3).

	Droge stof (%)	In de droge stof (%)				
		organische stof	ruw eiwit	ruw vet + overige koolhydr.	ruwe celstof	as
<u>hooi 1e snede/hay 1st cut</u>						
1	69,69	90,95	14,44	45,55	30,96	9,05
2	84,51	90,21	15,26	43,94	31,00	9,78
3	83,40	89,60	15,30	43,58	30,72	10,40
<u>kunstmatig gedroogd gras 1e snede/artificially dried grass 1st cut</u>						
1	96,18	89,99	14,91	46,62	28,46	10,01
2	86,72	90,17	14,03	48,50	27,63	9,82
3	86,37	90,19	14,29	47,72	28,18	9,81
<u>hooi 2e snede/hay 2nd cut</u>						
1	74,41	89,32	15,07	49,58	24,67	10,68
2	84,76	88,36	15,91	47,70	24,75	11,63
3	85,50	88,75	16,01	48,00	24,74	11,25
<u>kunstmatig gedroogd gras 2e snede/artificially dried grass 2nd cut</u>						
1	95,70	89,19	14,14	47,81	27,24	10,81
2	87,76	88,41	14,99	48,44	24,97	11,59
3	89,62	88,38	15,44	48,49	24,45	11,62
	Dry matter (%)	organic matter	crude protein	crude fat + N-free extract	crude fibre	ash
		In the dry matter (%)				

Table 4. Composition of the roughages at harvest (1), in the digestibility trials (2) and in the feeding experiment (3).

kening van de Voederwaarde van Ruwvoerdersmiddelen¹ (1965) gegeven regressieformules - voorspeld. In tabel 5 wordt een overzicht gegeven van de uitkomsten, waarbij ter vergelijking de voederwaarde, die op grond van de verteringsproeven werd berekend, is vermeld. Bij de zetmeelwaardeberekening voor hooi werd voor de ruwe-celstofaf trek de factor 0,58 gebruikt; bij kunstmatig gedroogd gras was deze factor 0,44. Bij alle vier partijen ruwvoer bleek de zetmeelwaarde, berekend met behulp van de uitkomsten van de verteringsproeven, hoger te zijn dan geschat werd, uitgaande van de chemische samenstelling bij het inschuren.

De te hoge schatting van de verteerbaarheid van het ruw eiwit in het gedroogde gras heeft met name bij het materiaal van de eerste snede een aanzienlijk verschil veroorzaakt tussen geschatte en berekende hoeveelheid verteerbaar ruw eiwit.

Op grond van de schatting van de voederwaardecijfers van

Tabel 5. Geschatte en berekende voederwaarde van het ruwvoer. Schatting op grond van de chemische samenstelling bij het inschuren (1) en berekend op grond van de chemische samenstelling bij het voeren en de verteringscoëfficiënten in vivo (2).

	Per kg droge stof		Per kg materiaal		
	zetmeel- waarde (g)	verteerbaar ruw eiwit (g)	droge stof (g)	zetmeel- waarde (g)	verteerbaar ruw eiwit (g)
<u>hooi 1e snede/hay 1st cut</u>					
1	424	88	850	360	75
2	472	97	834	394	81
<u>kunstmatic gedroogd gras 1e snede/artificially dried grass 1st cut</u>					
1	467	98	920	430	90
2	532	78	864	460	67
<u>hooi 2e snede/hay 2nd cut</u>					
1	494	94	850	420	80
2	537	107	855	459	91
<u>kunstmatic gedroogd gras 2e snede/artificially dried grass 2nd cut</u>					
1	467	92	920	430	85
2	554	89	896	496	82
	starch equivalent (g)	digestible crude protein (g)	dry matter (g)	starch equivalent (g)	digestible crude protein (g)
	Per kg dry matter		Per kg material as such		

Table 5. Estimated and calculated feeding value of the roughages. (1) Estimated from the chemical composition at harvest and (2) calculated from the chemical composition at feeding and the coefficients of digestibility in vivo.

de ruwvoerders kon voor aanvulling van de rantsoenen bij beide groepen worden volstaan met het verstrekken van één soort krachtvoer van de volgende samenstelling: 5% sojaschroot (44-48% ruw eiwit), 15% lijnschilfers, 20% cocosschilfers, 27,5% maismeel, 10% gerstemeel, 10% gedroogde pulp, 10% rietmelasse, 2,5% rundveemineralen. De voederwaarde van dit mengsel volgens de Veevoedertabel van het CVB bedroeg 710 gzw en 133 g vre per kg produkt. Uit de chemische analyse van tijdens het voeren genomen monsters werd de voederwaarde berekend op 702 gzw en 134 g vre per kg produkt.

2.3 Resultaten

De verstrekte hoeveelheden voer en de voederwaarde van de rahtsoenen zijn vermeld in respectievelijk tabel 6 en 7.

De verschillen tussen de groepen, vooral wat betreft het verteerbaar ruw eiwit in hoofdperiode I en de zetmeelwaarde in hoofdperiode II, werden voornamelijk veroorzaakt door ver-

Tabel 6. De gemiddeld verstrekte hoeveelheden voer (kg).

	Groep I		Groep II		
	hooi	krachtvoer	hooi	kunstmatig gedroogd gras	krachtvoer
voorperiode/control period I	8,50	10,85	8,50		10,46
hoofdperiode I/experimental period I	9,97	8,55		10,00	7,56
hoofdperiode II/experimental period II	10,00	6,74		10,00	6,69
naperiode/control period II	10,83	6,95	10,75		7,14
	hay	concentrates	hay	artificially dried grass	concentrates
	Group I		Group II		

Table 6. Mean quantities of fodder per animal per day (kg).

Tabel 7. De voederwaarde van de rantsoenen (schattingen tussen haken).

	Groep I			Groep II		
	organische stof (g)	zetmeel- waarde (g)	verteerbaar ruw eiwit (g)	organische stof (g)	zetmeel- waarde (g)	verteerbaar ruw eiwit (g)
voorperiode/control period I		(10507)	(2049)		(10233)	(1997)
hoofdperiode I/experimental period I	12496	9936	1953	11828	9907	1683
hoofdperiode II/experimental period II	11500	9324	1813	11292	9659	1716
naperiode/control period II		(8778)	(1746)		(8878)	(1764)
	organic matter (g)	starch equivalent (g)	digestible crude protein (g)	organic matter (g)	starch equivalent (g)	digestible crude protein (g)
	Group I			Group II		

Table 7. The feeding value of the rations (estimations in parentheses).

schillen tussen geschatte en werkelijke voederwaarde van de ruwvoerders (zie tabel 5). In de hoofdperiodes zijn de dieren, door een te lage schatting van de voederwaarde van het ruwvoer, enigszins boven de energetische voedernormen gevoerd. De normen voor het verteerbaar ruw eiwit werden bij groep I ruimschoots gehaald, bij groep II is gedurende hoofdperiode I ongeveer 5% minder verstrekt dan volgens de normen nodig was.

Het voeren van kunstmatig gedroogd gras in lange vorm als enig ruwvoer voor melkkoeien gaf in de hoofdperiodes geen enkele moeilijkheid ten aanzien van de voeropname. Eén van de dieren van groep II had in de tweede overgangswEEK een voeder-

Tabel 8. Gemiddeld gewicht van drie opeenvolgende dagen en conditie van de koeien aan begin en einde van de hoofdperiode.

	Voor- periode	Na- periode	Vershil
<u>levend gewicht/liveweight (kg)</u>			
groep I/group I	546	567	21
groep II/group II	547	563	16
<u>conditie/condition</u>			
groep I/group I	6,5	6,9	0,4
groep II/group II	6,7	6,8	0,1
	Control period I	Control period II	Difference

Table 8. Mean liveweight at three days in sequence and condition of the cows before and after the main period.

stoornis (gepaard gaande met verschijnselen van gastympanie) hetgeen niet direct verklaarbaar was uit het verstrekte rantsoen. Eén dier van groep I had zowel in voor- als naperiode een gestoorde voeropname. Hierdoor moesten de produktiegegevens van deze dieren gedurende enige weken gecorrigeerd worden. Dit geschiedde aan de hand van de gemiddelde trend van de groep waartoe het dier behoorde. Dit gebeurde tevens bij twee lichte gevallen van uierontsteking.

Het verloop van het gemiddelde lichaamsgewicht is weer-gegeven in figuur 1. Tabel 8 geeft de gemiddelde gewichten, zoals die werden bepaald op drie opeenvolgende dagen voor en na de hoofdperiode. De gewichtsvermeerdering bij groep I was

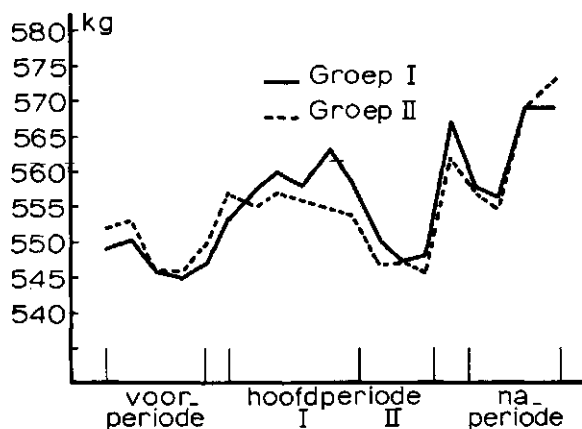


Fig. 1. Verloop van het gemiddelde levend gewicht (kg) van beide groepen tijdens de proef.

Fig. 1. Course of the average live-weight (kg) of both groups during control period I (left), experimental period I and II (middle) and control period II (right).

groter dan bij groep II; het verschil tussen de groepen was echter gering (4,3 kg) en gezien de middelbare afwijking van 3,67 niet significant. Aan de gewichtstoename van de dieren moet echter niet te veel waarde worden toegekend, gezien de verschillen in verstrekte hoeveelheden hooi tussen voor- en naperiode.

In tabel 8 is tevens de gemiddelde conditie aan begin en einde van de hoofdperiodes opgenomen. Daaruit is af te leiden, dat ook de conditie tijdens de hoofdperiodes bij beide groepen

Tabel 9. Gemiddelde dagelijkse produktiegegevens van de koeien in de verschillende periodes.

	Voor- periode	Hoofdperiode			Naperiode
		I	II	gemiddeld	
<u>melk/milk (kg)</u>					
groep I/group I	26,21	22,20	20,48	21,63	19,16
groep II/group II	26,22	22,24	21,14	21,87	19,63
verschil/difference (I-II)	-0,01	-0,04	-0,66	-0,24	-0,47
gecorr.verschil/corrected difference (I-II)		+0,14±0,29	-0,36±0,31	-0,01±0,30	
<u>vetgehalte/fat content(%)</u>					
groep I/group I	3,81	4,06	4,01	4,04	4,13
groep II/group II	3,76	4,07	4,06	4,07	4,08
verschil/difference (I-II)	+0,05	-0,01	-0,05	-0,03	+0,05
gecorr.verschil/corrected difference (I-II)		-0,06±0,04	-0,10±0,04*	-0,06±0,04	
<u>meestmelk 4% vet/4% fat corrected milk(kg)</u>					
groep I/group I	25,48	22,40	20,50	21,73	19,55
groep II/group II	25,33	22,48	21,32	22,08	19,86
verschil/difference (I-II)	+0,15	-0,08	-0,82	-0,35	-0,31
gecorr.verschil/corrected difference (I-II)		+0,15±0,24	-0,68±0,29*	-0,27±0,25	
<u>eiwitgehalte/protein content(%)</u>					
groep I/group I	3,13	3,27	3,30	3,28	3,33
groep II/group II	2,97	3,12	3,19	3,14	3,27
verschil/difference (I-II)	+0,16	+0,15	+0,11	+0,14	+0,06
gecorr.verschil/corrected difference (I-II)		n.s.	n.s.	n.s.	
<u>vet/fat(g)</u>					
groep I/group I	1000	901	821	874	792
groep II/group II	987	906	858	890	800
verschil/difference (I-II)	+13	-5	-37	-16	-8
gecorr.verschil/corrected difference (I-II)		n.s.	-37±12*	n.s.	
<u>eiwit/protein (g)</u>					
groep I/group I	821	726	675	709	638
groep II/group II	778	694	675	687	641
verschil/difference (I-II)	+43	+32	0	+22	-3
gecorr.verschil/corrected difference (I-II)		n.s.	n.s.	n.s.	
	Control period I	I	II	mean	Control period II
		Main period			

* significant bij $P < 0,05$ /significant at $P < 0,05$.

1. Gecorrigeerd voor het verschil in voor- en naperiode/Corrected for the difference in control period I and II.

Table 9. Mean production data per day of the cows during the periods.

gemiddeld iets toenam, hetgeen verklaarbaar is uit genoemde voeding boven de energienormen.

Tabel 9 geeft een overzicht van de gemiddelde melkproduktie tijdens de proef. In figuur 2 is het verloop van een aantal produktiekenmerken weergegeven. De verschillen tussen de groepen waren klein en, gecorrigeerd voor de vastgestelde verschillen in voor- en naperiode, gemiddeld voor de beide hoofdperiodes niet significant. In hoofdperiode II was de gemiddelde melkproduktie, berekend in kg meetmelk, voor groep II significant hoger; dit was ook het geval voor het percentage en de grammen vet. Deze optredende significante verschil-

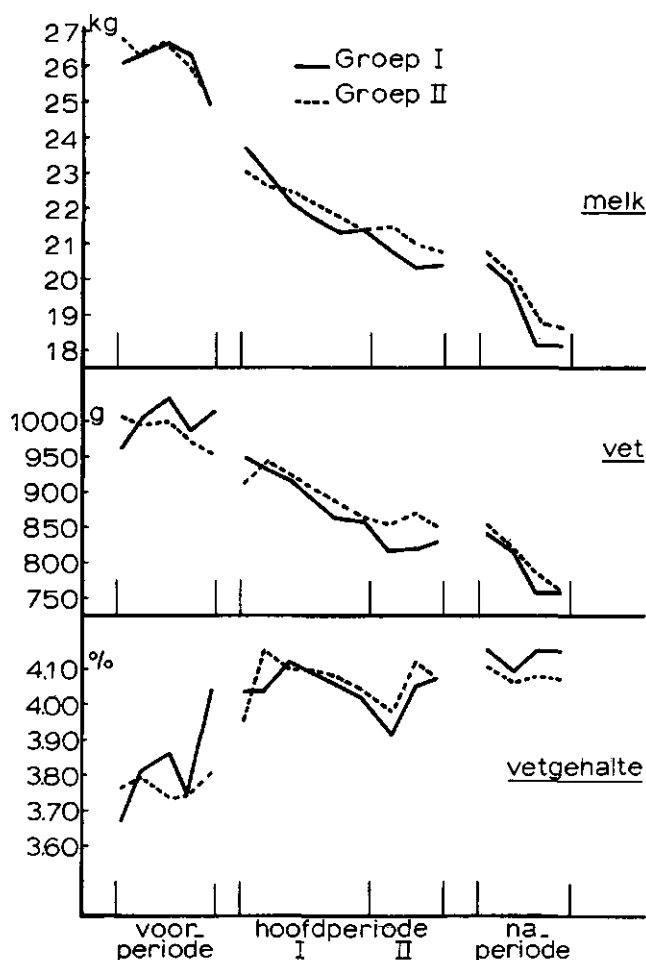


Fig. 2. Verloop van de gemiddelde dagelijkse melkproduktie (kg), vetopbrengst (g) en vetgehalte (%).

Fig. 2. Course of the average daily milkproduction (above), butter fat production (middle) and fat content of the milk (below) of both groups during control period I (left), experimental period I and II (middle) and control period II (right).

len moeten worden gezien in relatie tot de verschillen tussen de geschatte en de werkelijke voederwaarde van het verstrekte ruwvoer in hoofdperiode II (verschil bij groep I 390 gzw/dag en bij groep II 660 gzw/dag). De door Dijkstra (1939) gevonden positieve invloed van kunstmatig gedroogd gras op de melkhoeveelheid en de negatieve invloed op het vetgehalte van de melk werden in deze uitkomsten niet bevestigd.

Een andere methode om achteraf na te gaan in hoeverre voederrantsoenen invloed op de melkproduktie gehad hebben, is de vergelijking tussen de theoretisch te verwachten melkproduktie in kg meetmelk (MMT) op grond van de verstrekte hoeveelheid zetmeelwaarde en de werkelijke melkproduktie eveneens uitgedrukt in kg meetmelk (MMW). Daarbij wordt de theoretisch te verwachten melkproduktie als volgt berekend:

$$\text{MMT} = \frac{\text{kg ruwvoer} \times \text{gzw/kg} + \text{kg krachtvoer} \times \text{gzw/kg} - (3,33 \times \text{levend gew.} + 1000)}{\text{gzw nodig voor 1 kg meetmelk}}$$

Toepassing van deze formule leverde bij deze proef de in tabel 10 vermelde uitkomsten. De standaardafwijking van de gzw-berekening is niet bekend, zodat ook voor de verschillen MMT-MMW geen standaardafwijking kon worden berekend.

Bij de berekening van de theoretisch te verwachten melkproduktie werd voor de ruwe-celstofaf trek van het kunstmatig gedroogde gras de factor 0,44 toegepast (Dijkstra, 1970). Bij het hooi werd de factor 0,58 gebruikt. Gemiddeld over de hoofdperioden was het verschil MMT-MMW tussen de groepen praktisch nihil.

Werd voor kunstmatig gedroogd gras dezelfde factor voor de ruwe-celstofaf trek toegepast als voor hooi (0,58), dan werd de theoretisch te verwachten hoeveelheid meetmelk bij groep II voor hoofdperiode I, II en gemiddeld over beide perioden verlaagd met respectievelijk 1,24, 1,06 en 1,18 kg. De melkproduktie-efficiëntie van gedroogd gras zou dan gemiddeld vrij aanzienlijk beter zijn dan van hooi (verschillen in produktie respectievelijk + 1,39, + 0,68 en + 1,12 kg meetmelk). Louter gebaseerd op de melkproduktie (dus zonder rekening te houden met de veranderingen in gewicht of conditie van

Tabel 10. Theoretisch verwachte melkproduktie (MMT) en werkelijke produktie (MMW) in meetmelk (kg).

	Groep		Verschil
	I	II	(I - II)
<u>hoofdperiode I/main period I</u>			
MMT	24,73	24,67	
MMW	22,40	22,48	
verschil/difference (MMT-MMW)	+2,33	+2,18	+0,15
<u>hoofdperiode II/main period II</u>			
MMT	22,67	23,86	
MMW	20,50	21,32	
verschil/difference (MMT-MMW)	+2,16	+2,54	-0,38
<u>gemiddeld voor de twee hoofdperiodes/ mean of the two periods</u>			
MMT	24,00	24,41	
MMW	21,73	22,08	
verschil/difference (MMT-MMW)	+2,27	+2,33	-0,06
	I	II	Difference
	<u>Group</u>		(I - II)

Table 10. The theoretical expected milkproduction (MMT) and the real production (MMW) in 4% fat-corrected milk (kg).

de dieren) lijkt het gebruik van 0,44 als factor voor de ruwe-
celstofaftrek van kunstmatig gedroogd gras, ten opzichte van
0,58 voor die van hooi, dus een betere benadering te vormen
dan een gelijke factor voor beide soorten ruwvoer.

3 Energiebalansproeven met melkvee, gevoerd met rantsoenen
waarin kunstmatig gedroogd gras, grasbrokjes en hooi

(Y. van der Honing², H.J. Nijkamp¹, J.E. Vogt¹, G.A. Bangma¹,
R. Terluin² en A.J.H. van Es^{1,2})

3.1 Opzet van de proef

In drie opeenvolgende proeven met 6 nieuwmelkte koeien werden volgens een latijns vierkant (zie schema, tabel 11) de rantsoenen met de drie verschillende ruwvoerders vergeleken. Er werd zoveel ruwvoer verstrekt als de dieren nog juist zonder resten van betekenis wilden eten. Per koe werd voor elk van de soorten ongeveer evenveel verstrekt. Al naar de melkgift werd een zodanige hoeveelheid krachtvoer verstrekt dat de energiebalans van de koeien noch al te sterk positief noch al te sterk negatief zou worden. Per koe werd de hoeveelheid krachtvoer gedurende de drie proeven constant gehouden.

Elke proef was verdeeld in een voorperiode van 12 dagen en een hoofdperiode van 14 dagen. Tijdens de hoofdperiode werd van elke koe gedurende tweemaal of driemaal 48 uur in een res-

Tabel 11. Schema van de energiebalansproeven met hooi (H), kunstmatig gedroogd gras in lange vorm (balen) (L), grasbrokjes (B) en krachtvoer (A).

Koe nr.	Rantsoen (kg) in proef					
	131		132		133	
1	11H +	8A		3L + 8B + 8A		11L + 8A
2	11H +	6A	3H +	8B + 6A		11L + 6A
3		11L + 7A	11H +	7A		3L + 8B + 7A
4		11L + 9A	11H +	9A	3H +	8B + 9A
5		3L + 8B + 8A		11L + 8A	11H +	8A
6	3H +	8B + 7A		11L + 7A	11H +	7A
Cow no.	131		132		133	
	Ration (kg) in trial					

Table 11. Scheme of the energy balance trials with hay (H), artificially dried grass in the long form (L), grasspellets (B) and concentrates (A).

1. Afdeling Fysiologie der Dieren, Landbouwhogeschool, Wageningen.
2. Instituut voor Veevoedingsonderzoek "Hoorn", gedetacheerd bij de Afdeling Fysiologie der Dieren.
3. Wij zijn de heer A. Heyting (IWIS-TNO) zeer erkentelijk voor zijn adviezen ten aanzien van de statistische verwerking van de uitkomsten.

Tabel 12. Schema voor de statistische verwerking van tabel 11.

	Periode		
	1	2	3
<u>vierkant 1/square 1</u>			
koe 1/cow 1	H	B _L	L
koe 3/cow 3	L	H	B _L
koe 5/cow 5	B _L	L	H
<u>vierkant 2/square 2</u>			
koe 2/cow 2	H	B _H	L
koe 4/cow 4	L	H	B _H
koe 6/cow 6	B _H	L	H
	1	2	3
	Period		

Table 12. Scheme of statistical analysis of table 11.

piratiekamer het zuurstofverbruik en de koolzuur- en methaanproduktie gemeten. Het schema voor de variantieanalyse is gegeven in tabel 12³.

De proeven werden uitgevoerd tussen 3-11-'71 en 26-1-'72.

3.2 Uitvoering

3.2.1 Proefdieren

Er werden 6 nieuwmelkte, zwartbonte koeien gebruikt, die willekeurig van 1 tot 6 genummerd werden. De leeftijd varieerde van 3 tot 7 jaar.

Tabel 13 geeft de drogestofopname, de melkproduktie en het lichaamsgewicht in de drie hoofdperioden.

3.2.2 Rantsoenen

Van het hooi en kunstmatig gedroogd gras in lange vorm van de eerste snede, waarvan een deel voor de voederproef werd gebruikt (zie hoofdstuk 2), werd een ander deel voor deze proef gereserveerd. Voorts werd van dit gras ook een gedeelte door de Coöp. Groenvoederdrogerij te Workum kunstmatig gedroogd, gemalen en tot brokjes geperst. Van een deel van de brokjes was het vochtgehalte na drogen nog te hoog, zodat in de loop van de zomer in een aantal van de plastic zakken met

Tabel 13. Droge stofopname, melkproduktie en lichaamsgewicht van de koeien met drie rantsoenen in de drie perioden.

Rant-soen ¹	Proef	Koe nr.	Opname (kg ds/dag)	Melkproduktie		Lichaamsgewicht (kg)
				g/dag	% vet	
H	131	1	15,31	23304	4,18	479
	131	2	14,78	20191	4,20	517
	132	3	15,81	19355	4,38	568
	132	4	17,61	26768	4,21	593
	133	5	15,79	23974	4,08	513
	133	6	15,54	23559	3,98	550
	gem./av.		15,81	22859	4,17	537
L	133	1	16,72	22496	4,04	490
	133	2	15,20	18444	4,12	523
	131	3	16,08	22643	4,30	562
	131	4	17,88	28924	4,29	587
	132	5	16,44	25611	4,18	521
	132	6	15,48	25917	4,20	539
	gem./av.		16,30	24006	4,19	537
B	132	1	16,38	23588	3,88	480
	132	2	15,27	20229	4,02	505
	133	3	16,19	17026	4,44	564
	133	4	17,92	25709	4,40	586
	131	5	14,92	26126	4,42	510
	131	6	14,33	26841	4,42	529
	gem./av.		15,84	23253	4,26	529
Ration ¹	Trial no.	Cow no.	Intake (kg dry matter per day)	g/day	% fat	Body weight (kg)
				Milkproduction		

1. Zie hoofdstuk 3.2.2/See chapter 3.2.2.

Table 13. Dry matter intake, milkproduction and body weight of the cows fed three rations in three periods.

brokjes ernstige broei en schimmelvorming optrad; uiteraard werd dit deel van de partij niet gebruikt voor de proeven.

Het krachtvoermengsel bestond uit de volgende componenten: 15% sojaschroot, 15% lijnschilfers, 20% cocosschilfers, 17,5% maïsmeel, 10% gerstemeel, 10% gedroogde pulp, 10% melasse, 2% rundveemineralen en 0,5% gejodeerd keukenzout.

De samenstelling van de drie te vergelijken rantsoenen was als volgt:

H = 11 kg hooi + krachtvoer afhankelijk van de melkproduktie,

L = 11 kg kunstmatig gedroogd gras in lange vorm (balen) aangevuld met krachtvoer naar melkproduktie,

B = 8 kg kunstmatig gedroogd gras in brokjes + 3 kg hooi of 3 kg 'lang' kunstmatig gedroogd gras + krachtvoer afhankelijk van de melkproduktie.

Bij B werd 3 kg hooi of 'lang' kunstmatig gedroogd gras verstrekt (resp. aangeduid met B_H en B_L) om zoveel mogelijk te voorkomen dat door te geringe structureigenschappen van het rantsoen met de gras- en krachtvoerbrokjes voederstoornissen en sterk verlaagde melkvetgehalten zouden optreden. Bij het begin van de eerste voorperiode werd het Mg-gehalte in de urine gecontroleerd, waarbij dat van koe nr. 1 en 4 zeer laag was. Hierop werd besloten in alle drie proeven aan deze beide dieren per dag 30 g MgO toe te dienen om de kans op het optreden van kopziekte zo gering mogelijk te maken en toch de vergelijkbaarheid van de drie rantsoenen zo goed mogelijk te handhaven. Bij controle na een week waren de Mg-gehalten van de urine van deze dieren gelukkig belangrijk hoger geworden.

3.2.3 Wegingen en bemonsteringen

De dagelijkse rantsoenen werden per koe voor een hele proef in één keer afgewogen. Van elke soort voer werden 2 of 3 monsters genomen, waarin na drogen bij 65°C en malen de chemische analyses werden uitgevoerd. In de hoofdperiode werden verder de eventuele voerresten dagelijks verzameld, gedroogd en gewogen. Voor resten van betekenis werden nog enige analyses uitgevoerd in een mengmonster van de gedroogde dagresten. De geproduceerde melk, urine en mest in de hoofdperiode werd dagelijks verzameld en gewogen. Voorts werd een proportioneel deel ervan toegevoegd aan een verzamelmonster dat met een daaraan toegevoegd conserveermiddel werd bewaard bij ca. 2°C .

Gedurende tenminste tweemaal 48 uur tijdens de hoofdperiode verbleven de koeien in een respiratiekamer, waar de koolzuur- en methaanproductie en het zuurstofverbruik werden bepaald, gegevens waaruit de warmteproductie kan worden berekend. Voor een uitvoeriger beschrijving van de gebruikte methoden en apparatuur wordt verwezen naar Van Es (1966).

Van het hooi en het kunstmatig gedroogde gras in lange vorm werd in Hoorn de verteerbaarheid met hamels bepaald, terwijl in Wageningen met 3 hamels de verteerbaarheid van de grasbrokjes en het gebruikte krachtvoer werd onderzocht.

3.3 Resultaten

De proeven zijn zonder belangrijke storingen verlopen. De rantsoenen werden in het algemeen goed gegeten, hoewel bij koe 1, 5 en 6 in proef 131 wat grotere voerresten dan gebruikelijk bij onze proeven optraden.

3.3.1 Chemische samenstelling van het voer

De gemiddelde chemische samenstelling van het voer is vermeld in tabel 14.

Het rantsoen voor de hamels bestond uit 200 g hooi van bekende verteerbaarheid en 800 g grasbrokjes, resp. 500 g krachtvoer. De hieruit berekende gemiddelde verteringscoëfficiënten zijn vermeld in tabel 15. Ten aanzien van de chemische samenstelling van de droge stof is er een goede overeenkomst tussen hooi en kunstmatig gedroogd gras in lange vorm. Het ruw eiwit-, ruw vet- en asgehalte van de grasbrokjes is echter duidelijk hoger dan van hooi en lang kunstmatig gedroogd gras, hetgeen doet vermoeden dat het niet geheel gelukt is precies hetzelfde materiaal in en/of uit de drogerij te krijgen als waarvan hooi en gebaald kunstmatig gedroogd gras werden gewonnen. De grote capaciteit van de drogerij waar de brokjes wer-

Tabel 14. Chemische samenstelling van de ruwvoerders en het krachtvoer.

	Droge stof (%)	In de droge stof (%)					Bruto energie (kcal per g droge stof)
		Ruwe as	ruw eiwit	ether ¹ extract	ruwe celstof + overige koolhydraten	koolstof	
hooi/hay	87,5	9,4	14,5	2,7(3,4)	73,4	44,72	4,344
lang gedroogd gras/ artificially dried grass in the long form	90,6	9,8	14,1	3,3(4,1)	72,8	44,72	4,348
brokjes gedroogd gras/ grass pellets	91,1	11,6	17,6	4,3(4,5)	66,6	44,25	4,339
krachtvoer/concentrates	89,3	7,8	21,4	4,8(5,5)	66,0	44,43	4,405
	Dry matter (%)	crude ash	crude protein	crude ¹ fat	crude fibre + N-free extract	carbon	Gross energy (kcal per g dry matter)
		In dry matter (%)					

1. Tussen haakjes is het etherextract-gehalte volgens de methode Berntrop vermeld.
In parenthesis the crude fat content according to the Berntrop method.

Table 14. Chemical composition of roughages and concentrates.

Tabel 15. De verteerbaarheid van de voeders bij schapen.

	Schijnbare verteerbaarheid (in %) van		
	droge stof	organische stof	ruw eiwit
hooi/hay	70,5	73,2	63,2
lang gedroogd gras/artificially dried grass in the long form	70,7	73,2	54,9
brokjes gedroogd gras/grasspellets	67,5	71,4	64,8
krachtvoer/concentrates	83,3	87,1	81,3
	dry matter	organic matter	crude protein
	Apparent digestibility as a percentage of		

Table 14. Digestibility of the feed by wethers.

den gemaakt en de verregaande automatisering van het droog-, transport- en persproces maken het bijzonder moeilijk precies te achterhalen waar het ingebrachte materiaal zich op elk moment bevindt en uit te sluiten dat vermenging met materiaal van een andere partij optreedt.

3.3.2 Verteerbaarheid van de rantsoenen

De verteerbaarheid van de grasbrokjes door hamels (tabel 15) blijkt iets lager te zijn dan van het lange kunstmatig gedroogde gras, behalve voor het ruw eiwit. Zowel het mogelijke verschil in uitgangsmateriaal als het verschil in droogproces (gebaald gedroogd gras in Loënga, brokjes in Workum) kunnen hiervoor als één van de oorzaken worden aangevoerd, maar het is niet duidelijk waaraan dit verschil moet worden toegeschreven. In het algemeen heeft het malen en tot brokjes persen van ruwvoer een wat lagere verteerbaarheid van de droge stof en organische stof tot gevolg.

De door de melkkoeien opgenomen rantsoenen en de verteerbaarheid van de verschillende bestanddelen zijn gegeven in tabel 16. Omdat de hoeveelheid krachtvoer per koe voor alle drie rantsoenen zoveel mogelijk gelijk gehouden is, zullen de verschillen in verteerbaarheid van de rantsoenen vrijwel geheel veroorzaakt zijn door het ruwvoer. In werkelijkheid was van H, L en B resp. 42,4, 41,1 en 40,8% van de opgenomen droge stof of 42,9, 41,6 en 41,7% van de organische stofopname afkomstig van krachtvoer. Door het verschil van 1,3% in krachtvoeraandeel in H en L mag verwacht worden dat de verteerbaar-

Tabel 16. De verteerbaarheid van de melkveerantsoenen.

Rantsoen ¹	Proef nr.	Koe nr.	Opgenomen organische stof(g/dag)	Verteerbaarheid (%) van			
				organische stof	ruw eiwit	ruw vet	energie
H	131	1	14023	74,0	64,8	72,4	70,1
	131	2	13519	73,9	64,2	66,7	69,8
	132	3	14395	74,2	66,7	71,4	70,5
	132	4	16036	74,4	67,1	75,6	71,2
	133	5	14425	73,7	63,2	75,1	70,4
	133	6	14175	74,1	67,7	74,2	70,6
	gem./av.		14429	74,0	65,6	72,6	70,4
	spr./s.e.		853	0,2	1,8	3,3	0,5
L	133	1	15201	71,6	57,7	73,6	67,9
	133	2	13815	72,9	59,1	72,2	69,1
	131	3	14638	73,4	60,5	74,7	69,4
	131	4	16274	73,4	62,2	76,9	69,7
	132	5	14976	73,2	61,4	73,4	69,6
	132	6	14077	72,8	59,8	72,1	69,1
	gem./av.		14830	72,9	60,1	73,8	69,1
	spr./s.e.		881	0,7	1,6	1,8	0,6
B	132	1	14797	67,5	57,4	70,4	63,8
	132	2	13781	69,0	61,2	70,0	65,3
	133	3	14475	71,5	63,0	72,2	68,2
	133	4	16047	70,4	64,1	76,5	67,2
	131	5	13594	69,3	58,0	74,7	65,6
	131	6	13051	70,3	59,9	74,8	66,5
	gem./av.		14291	69,7	60,6	73,1	66,1
	spr./s.e.		1064	1,4	2,7	2,6	1,6
Ration ¹	Trial no.	Cow no.	Intake or- ganic mat- ter (g/day)	organic matter	crude protein	crude fat	energy
				Digestibility (%) of			

1. Zie hoofdstuk 3.2.2/See chapter 3.2.2.

Table 16. Digestibility of the dairy rations.

heid van H 0,2 eenheden hoger uit zal vallen dan bij een gelijk krachtvoeraandeel. Uit de gevonden verteringscoëfficiënt van de organische stof (VCos) van H en L van 74,0 en 72,9 kan worden afgeleid dat de VCos van het hooi ongeveer $10/6 \times ((74,0 - 72,9) - 0,2) = 1,5$ eenheden hoger was dan van het kunstmatig gedroogde gras in lange vorm. Dit geldt onder aanname dat de verteringscoëfficiënten van de rantsoencomponenten additief werken. Gezien de grootte van de variabiliteit van de verteringscoëfficiënten mag het verschil van 1,5 eenheid niet als een duidelijk verschil worden beschouwd. Bij de schapen werd in het geheel geen verschil in de VCos gevonden (tabel 15). Op dezelfde wijze kan voor grasbrokjes en lang kunstmatig gedroogd gras het verschil worden berekend. Er is

vrijwel geen verschil in krachtvoeraandeel van B en L en aangenomen, dat tussen de kleine hoeveelheid hooi of lang gedroogd gras het verschil te verwaarlozen is, wordt berekend dat de VCo's van het lange kunstmatig gedroogde gras $100/43 \times (72,9 - 69,7) = 7,5$ eenheid hoger is dan van de grasbrokjes in het melkveerantsoen (43% van B bestond uit grasbrokjes). Bij de schapen werd slechts een verschil van 1,8 eenheid gevonden. Uit tabel 16 blijkt verder duidelijk dat de verteringscoëfficiënt van het ruw eiwit (VCre) zowel van L als van B lager is dan van H, hetgeen voor het ruwvoer uit L ook in overeenstemming is met de hamelverteringsproef. Voor B wordt de oorzaak van de lagere verteerbaarheid vooral gezocht in het malen en persen van ruwvoer, waardoor vooral bij een hoger voederniveau de verteerbaarheid ongunstig beïnvloed wordt, hoewel andere oorzaken, zoals de eerdergenoemde mogelijke vermenging met een andere partij of specifieke verschillen tussen de drogerijen waar het ruwvoer uit L en B geproduceerd werd, niet uitgesloten zijn.

Van B is zowel de verteerbaarheid van de organische stof als die van het ruw eiwit en de energie lager dan van L. Het verschil in verteerbaarheid van de energie tussen H en L is vrij gering; hetzelfde geldt voor het verschil in verteerbaarheid van de organische stof. De VCo's en VCre van de melkveerantsoenen werden ook berekend met behulp van de met hamels bepaalde verteringscoëfficiënten. De uitkomsten zijn samengevat in tabel 17. Het gebruik van de verteringscoëfficiënten bepaald met hamels geeft belangrijk hogere uitkomsten dan de in de melkveeproeven gevonden waarden. Dit kan o.a. veroorzaakt zijn door een hoger voederniveau bij de koeien en/of

Tabel 17. Verteringscoëfficiënten van organische stof (VCo's) en ruw eiwit (VCre) van de drie melkveerantsoenen.

	VCo's			VCre		
	H	L	B ¹	H	L	B ¹
berekend met verteringscoëfficiënten bij hamels bepaald/ calculated from digestibility coefficients by wethers	79,1	79,0	78,2	72,6	68,5	71,8
gevonden in melkveeproef/found in dairy cow trial	74,0	72,9	69,7	65,6	60,1	60,6

1. Zie hoofdstuk 3.2.2/See chapter 3.2.2.

Table 17. Digestibility coefficients of organic matter (VCo's) and crude protein (VCre) of the three dairy cow rations.

een specifiek verschil tussen schapen en koeien in verteringsvermogen, zoals o.a. werd aangetoond door Flatt et al. (1969), Schiemann et al. (1971) en Ekern (1972).

3.3.3 Gehalte aan beschikbare energie van de rantsoenen

De beschikbare energie (ME) wordt berekend door de door de koe verteerde energie (DE) te verminderen met de energie in de urine en het geproduceerde methaangas. Het dier kan deze ME gebruiken voor zijn onderhoud en voor de produktie van melk en/of lichaamsaanzet (voornamelijk vet).

Uit tabel 18 blijkt, dat bij H slechts iets minder energie in urine voorkomt, maar daarentegen meer energie via methaan (CH_4) verdwijnt dan bij L. B verschilt vooral van L en H door een geringer gehalte aan CH_4 -energie. Dit verschijnsel treedt bij gebruik van gemalen, geperst ruwvoer meestal op. Hierdoor is het gehalte aan ME in de verteerbare organische stof voor B wat hoger dan voor H en L (tabel 19).

Op het gehalte aan ME in de bruto energie (GE) werd een variantie-analyse uitgevoerd. Er bleek een zeer significant behandelingseffect te bestaan (tabel 20a). Voor de 4 rantsoenen H, L, B_H en B_L werden respectievelijk de volgende schattingen voor het behandelingsgemiddelde berekend: 60,40; 59,32; 57,32 en 57,54 (ME in % van GE).

Het verschil tussen H en L was juist significant en bedroeg gemiddeld + 1,08 met het 95%-betrouwbaarheidsinterval¹ tussen + 0,18 en + 1,98. Het verschil tussen L en B was zeer significant; 95%-betrouwbaarheidsinterval tussen 1,00 en 2,80, terwijl tussen H en B eveneens een zeer significant verschil bestond met het 95%-betrouwbaarheidsgebied tussen 2,07 en 3,87. Tussen B_H en B_L bestond geen significant verschil.

1. Het met een zekerheid $P < 0,05$ te verwachten resultaat van een herhaling van deze proef ligt tussen de grenzen van het 95%-betrouwbaarheidsinterval.

Tabel 19. Benutting van de energie en N-balans.

Rant- soen ¹	Proef nr	Koe nr	ME/GE		% van GE in		ME opgenomen (kcal/dag)	Energie in melk (kcal/dag)	Energie- balans (kcal/dag)	N-balance (g/dag)	ME in verteerbare organische stof (kcal/dag)	ME _p /M _A ² (kcal/kg ³)	NE/GE (%)
			ME/GE (%)	urine	CH ₄								
H	131	1	85,6	3,4	6,7	60,0	40124	17795	-1646	-6	3,87	160,94	33,54
	131	2	84,5	3,6	7,1	59,0	38060	14852	-150	-1	3,81	135,58	32,58
	132	3	84,6	3,7	7,2	59,6	41163	14578	1164	7	3,86	135,30	32,58
	132	4	85,8	3,6	6,5	61,0	46915	20028	821	2	3,93	173,50	36,20
	133	5	85,3	3,3	7,0	60,0	41576	17000	-1347	12	3,91	147,72	32,01
	133	6	85,2	3,6	6,8	60,2	41025	16727	437	3	3,90	151,12	34,86
gem./av.			85,2	3,5	6,9	60,0	41477	16830	-120	3	3,88	150,74	33,63
spt./s.e.			0,5	0,2	0,3	0,7	2946	2009	1156	6	0,05	14,77	1,61
L	133	1	85,3	3,8	6,2	58,0	42510	16467	1638	-2	3,91	173,84	32,92
	133	2	84,7	3,8	6,7	58,5	39050	13563	2778	8	3,88	149,41	34,00
	131	3	84,5	3,9	6,9	58,7	41144	16830	-149	6	3,83	144,78	33,38
	131	4	86,0	3,9	5,9	60,0	46720	21484	100	15	3,91	180,99	36,58
	132	5	85,1	3,8	6,5	59,3	42695	18630	-2163	4	3,89	154,97	32,23
	132	6	85,5	3,8	6,2	59,1	40051	18857	-2967	-16	3,91	147,36	33,90
gem./av.			85,2	3,8	6,4	58,9	42028	17639	-127	3	3,89	158,56	33,84
spt./s.e.			0,6	0,1	0,4	0,7	2693	2679	2182	11	0,03	15,16	1,50
B	132	1	86,9	3,6	4,8	55,4	39687	16931	55	3	3,98	165,64	32,03
	132	2	85,4	3,9	5,6	55,8	37251	14666	758	9	3,92	144,79	32,37
	133	3	85,6	4,1	5,7	58,4	41032	12915	4029	8	3,96	146,40	33,66
	133	4	86,2	3,9	5,4	57,9	45017	19521	689	1	3,99	169,68	34,88
	131	5	86,9	3,8	4,8	57,0	37309	19786	-6182	15	3,96	138,29	32,20
	131	6	86,6	3,9	5,1	57,6	36192	20208	-6431	17	3,95	136,56	34,15
gem./av.			86,3	3,9	5,2	57,0	39415	17338	-1180	9	3,96	150,23	33,22
spt./s.e.			0,6	0,2	0,4	1,2	3273	3029	4207	6	0,02	14,07	1,18
Ration ¹ Trial no.			Cow no.	ME/GE (%)	urine	CH ₄	ME intake (kcal/day)	Energy in milk (kcal/day)	Energy-balance (kcal/day)	N-balance (g/day)	ME in digestible organic matter (kcal/g)	ME _p /M _A ² (kcal/kg ³)	NE/GE (%)

1. Zie hoofdstuk 3.3.2/See chapter 3.3.2. 2. ME_p/M_A² zoals gevonden in de proef/NE_p/M_A² as found in the trial. 3. NE = ME_p + 58 x M_A².

Table 19. Utilization of energy and N balance.

Tabel 19. Het gehalte aan verteerbare organische stof (VOS), beschikbare energie (ME) en netto energie (NE) van de organische stof (OS) van de rantsoenen H, L en B (Tussen haken relatief t.o.v. L).

	Rantsoenen ¹		
	H	L	B
g VOS per g OS	0,740(101,5)	0,729(100)	0,697(95,6)
kcal ME per g OS	2,891(101,5)	2,848(100)	2,772(97,3)
kcal NE per g OS	1,513(99,0)	1,629(100)	1,608(98,6)
	Rations ¹		
	H	L	B

1. Zie hoofdstuk 3.2.2/See chapter 3.2.2.

Table 19. The content of digestible organic matter (VOS), metabolizable energy (ME) and net energy (NE) in the organic matter (OS) of the rations H, L and B (In parenthesis relative values).

Tabel 20. Statistische analyse van de balansproeven.

Oorzaak van variatie	Aantal vrij- heidsgraden	Totale kwadraatsom	Gemiddelde kwadraatsom	F-waarde
a. Variantieanalyse van % ME in de bruto energie (ME/GE x 100) Variance analysis of % ME in gross energy				
vierkanten/squares	1	0,4232	0,4232	20,7***
koeien binnen vierkanten/cows within squares	4	7,4187	1,8547	
perioden/periods	2	0,6606	0,3303	
behandelingen/treatments	3	27,1643	9,0548	
rest/residual	7	3,0538	0,4363	
totaal/total	17			
b. Variantieanalyse van het gehalte aan NE in de ME (100(NE _p /W ³ + 58))/ME/W ³ . Variance analysis of NE content in ME.				
vierkanten/squares	1	28,2752	28,2752	9,4**
koeien binnen vierkant/cows within squares	4	21,9107	5,4777	
perioden/periods	2	0,9800	0,4900	
behandelingen/treatments	3	15,6425	5,2142	
rest/residual	7	3,8856	0,5551	
totaal/total	17			
c. Variantieanalyse van het gehalte aan NE in de bruto energie (100(NE _p /W ³ + 58))/GE/W ³ . Variance analysis of NE content in gross energy.				
vierkanten/squares	1	12,4500	12,4500	1,5 n.s.
koeien binnen vierkanten/cows within squares	4	14,4112	3,6028	
perioden/periods	2	1,0480	0,5240	
behandelingen/treatments	3	1,7435	0,5812	
rest/residual	7	2,6782	0,3826	
totaal/total	17			
Source of variation	Degrees of freedom	Total sum of squares	Mean of squares	P-value
* P < 0,05 ** P < 0,01 *** P < 0,001.				

Table 20. Statistical analysis of the balance trials.

3.3.4 Verwerking van de beschikbare energie

De beschikbare energie kan gebruikt worden voor onderhoud (ME_m) of produktie (ME_p), waarbij verliezen optreden die als warmte (thermische energie) vrijkomen. Ook de netto energie (NE), welke voor onderhoud (NE_m) gebruikt wordt, komt in de vorm van warmte vrij en kan als zodanig niet los van de thermische energie worden bepaald. De totale warmteproduktie wordt met behulp van respiratiekamers (indirecte calorimetrie) vastgesteld.

De netto energie in de vorm van geproduceerde melk kan gemakkelijk worden gemeten. De hoeveelheid in het lichaam aangezette energie (als vet en/of eiwit) volgt uit de C- en N-balans, zodat de totale energiebalans + de energie in melk de totale netto energie voor produktie (NE_p) aangeeft. De totale NE, welke uit ME gevormd kan worden bestaat dus uit de NE_p , die kan worden gemeten, en de NE_m , welke op één of andere wijze berekend moet worden.

Voor de berekening van NE_m kan het lineaire verband tussen NE_m en het metabolisch gewicht (het lichaamsgewicht in kg tot de macht $\frac{3}{4}$, $W^{\frac{3}{4}}$) gebruikt worden (Van Es, 1972).

Bij multi-pele regressieberekeningen aan 226 balansen van melkkoeien, gevoerd met rantsoenen van ruwvoer in lange vorm of gedeeltelijk gemalen en geperst en krachtvoer, kon worden aangetoond dat de samenstelling van het rantsoen de benutting van ME_m enerzijds en van ME_p anderzijds, vrijwel op gelijke wijze beïnvloedde, zodat een model gebruikt kan worden waarbij de NE per $W^{\frac{3}{4}}$ afhankelijk werd gesteld van de hoeveelheid ME per $W^{\frac{3}{4}}$ en het gehalte aan ME in de GE (% ME). Onder NE_p wordt verstaan de energie in geproduceerde melk vermeerderd met de positieve energiebalans of verminderd met 0,8 maal de negatieve energiebalans (Van Es en Van der Honing, 1971).

Er is dus uitgegaan van $NE_m = c W^{\frac{3}{4}}$ en $NE_m + NE_p = a ME + b \%ME$, waaruit volgt dat $NE_p = a ME + b \%ME - NE_m$. Deze formule kan na deling door $W^{\frac{3}{4}}$ ook geschreven worden als:

$$NE_p / W^{\frac{3}{4}} = a ME / W^{\frac{3}{4}} + b' \%ME - c$$

Uit de gegevens van 192 tot nu toe uitgevoerde balansen met melkvee (lichaamsgewicht ca. 550 kg), waarbij het rantsoen bestond uit ruwvoer in lange vorm en krachtvoer, werd de volgende formule berekend:

$$(NE_p/W^{3/4} - 124,94) = 0,566 (ME/W^{3/4} - 322,59) + 1,412 (\%ME - 57,86) \quad (I)$$

met een reststandaarddeviatie van 7,0.

Bij een multiële regressieberekening aan de 18 balansen van deze proef bleek de regressiecoëfficiënt van %ME niet significant te zijn en werd door gebruik van deze variabele ook geen reductie van de restvariatie verkregen. Om deze redenen is het model voor de verwerking van de ME voor deze proefbehandelingen vereenvoudigd tot $(NE_p + NE_m)/W^{3/4} = a ME/W^{3/4}$. Deze benuttingsfactor a is per koe berekend, waarbij voor NE_m de waarde 58 kcal is ingevuld, welke verkregen werd uit formule (I) door extrapolatie naar $ME/W^{3/4} = 0$. Op de uitkomsten van deze berekening, waarbij a in procenten werd opgegeven (zie tabel 19), werd een variantieanalyse uitgevoerd. De resultaten zijn vermeld in tabel 20b. Er bleek een zeer significant ($P \leq 0,01$) behandelingseffect te bestaan, wat voornamelijk werd veroorzaakt door het contrast dat het verschil beschrijft tussen het gemiddelde van L en H en dat van B_L en B_H en in mindere mate door het contrast (H-L). De schattingen voor het gemiddelde gehalte aan netto energie in de beschikbare energie van de 4 behandelingen H, L, B_H en B_L bedroegen respectievelijk 55,79; 57,17; 57,52 en 58,46.

Tussen H en L werd een significant verschil gevonden met het 95%-betrouwbaarheidsinterval tussen -2,40 en -0,36. Het verschil tussen H en B was significant, maar tussen L en B juist niet met het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor H-B tussen -3,21 en -1,17 en voor L-B tussen -1,83 en +0,21. Tussen B_H en B_L werd ook geen significant verschil aangetoond.

Het blijkt dus dat de rantsoenen met ruwvoerbrokjes, die een wat lager %ME hadden, een iets betere verwerking van de ME tot NE laten zien.

3.3.5 Netto energie in het rantsoen

In het voorgaande is de verwerking van de energie voor de verschillende delen van het stofwisselingsproces afzonderlijk besproken. Het is echter van belang te weten wat het effect van deze delen tezamen is, dus het NE-gehalte van de GE, of van de droge of organische stof.

Het gehalte aan NE in de GE werd berekend met behulp van de formule:

$$(100 (NE_p/W^{3/4} + 58))/GE/W^{3/4} \text{ (zie tabel 18)}$$

Bij de variantieanalyse van het gehalte aan NE in de GE werd een niet-significant behandelingseffect gevonden, hetgeen betekent dat het lagere gehalte aan ME wordt gecompenseerd door een betere verwerking van de ME tot NE. Voor de 4 rantsoenen werden de volgende schattingen voor het gemiddelde berekend:

H = 33,71; L = 33,92; B_H = 32,92 en B_L = 33,67.

Het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de verschillen tussen de rantsoenen was als volgt:

H-L	tussen -1,05 en +0,63
B _H -B _L	tussen -2,20 en +0,72
L-B	tussen -0,22 en +1,46
H-B	tussen -0,43 en +1,25

Het gehalte aan NE per gram organische stof van de rantsoenen is vermeld in tabel 19, evenals het gehalte aan ME per kg organische stof. Voor de NE_m is ook hier gerekend met 58 kcal/W^{3/4}. Ook zijn de onderlinge verhoudingen aangegeven, waarbij de waarde van L op 100 is gesteld. H en B bevatten resp. 1,0 en 1,4% minder NE per kg organische stof dan L. Na een correctie voor kleine verschillen in het krachtvoeraandeel van de rantsoenen kan het verschil in NE worden omgerekend op het ruwvoeraandeel. Het ruwvoer was immers de belangrijkste oorzaak van de verschillen in energetische voederwaarde van de rantsoenen waarin van hetzelfde krachtvoer steeds vrijwel dezelfde hoeveelheid werd gebruikt.

De correctie voor de verschillen in krachtvoeraandeel van de rantsoenen werd gebaseerd op de verhouding in NE-gehalte van ruwvoer en krachtvoer, welke als volgt werd berekend. Het ME-gehalte per kg verteerbare organische stof van het krachtvoermengsel werd berekend op 3907 kcal/kg met behulp van de gemiddelde gehalten en verteringscoëfficiënten van de componenten van het mengsel zoals vermeld in de Veevoedertabel (1970) en de door Schiemann et al. (1971) voor rundvee opgestelde formule, waarin

$$ME = 4,17 \text{ vre} + 7,46 \text{ vrvet} + 3,26 \text{ vrc} + 3,53 \text{ vok}$$

(vre = verteerbaar ruw eiwit; vrvet = verteerbaar ruw vet; vrc = verteerbare ruwe celstof; vok = verteerbare overige koolhydraten). Voor ruwvoer werd de door Van Es en Van der Honing (1973) voorgestelde benadering gevolgd, waarbij de verhouding ME/DE, welke voor schapen en rundvee rond onderhoud ca. 0,8 bedraagt (Schiemann et al., 1971), op 0,85 werd gesteld, omdat deze waarde gemiddeld in de balansproeven met melkgevende koeien in Wageningen werd gevonden. Bij een gemiddeld gehalte aan 4500 kcal per kg verteerbare organische stof bedraagt het ME-gehalte 3825 kcal per kg verteerbare organische stof. Eerder is opgemerkt dat bij rantsoenen van verschillende samenstelling de verwerking van ME tot NE afhankelijk is van de kwaliteit van de ME (% ME in formule I). Vooral in het krachtvoer zal de kwaliteit van ME beter zijn dan in ruwvoer. Uitgaande van een gelijke hoeveelheid ME in een melkveerantsoen zal per eenheid % ME hoger of lager $1,412 / (0,566 \times 322,59) \times 100 = 0,77\%$ meer of minder NE gevormd worden (zie formule I). Het verschil in % ME tussen ruwvoer en krachtvoer werd berekend met behulp van door Schiemann et al. (1971) opgestelde formules voor het verband met de verteerbaarheid van de energie en van de organische stof en bedroeg $56,77 - 68,23 = -11,46$ eenheden. Hiermee werd berekend dat dezelfde hoeveelheid ME uit krachtvoer 8,85% meer NE oplevert dan uit ruwvoer. In formule I heeft de regressiecoëfficiënt voor het verband tussen NE en ME de waarde 0,566 bij een % ME = 57,86. De invloed van het verschil in % ME tussen ruwvoer en krachtvoer kan worden uitge-

drukt in een verschil in de regressiecoëfficiënt, waarvoor resp. 0,561 en 0,611 werd gevonden. Het gehalte aan NE van ruwvoer en krachtvoer werd met deze gegevens berekend op 1571 en 2081 kcal per kg organische stof. Omdat is uitgegaan van de verteerbaarheid bij schapen werd een te hoge waarde voor het NE-gehalte gevonden. Er is echter aangenomen dat de verhouding van het NE-gehalte tussen krachtvoer en ruwvoer ($= 1,32$) wel juist is.

Na het aanbrengen van de vrij kleine correcties voor het verschil in NE uit een iets groter of kleiner krachtvoeraandeel in het rantsoen werd berekend dat het in de proef gevonden NE-gehalte per kg organische stof voor hooi en grasbrokjes resp. 2,5 en 3,2% lager was dan voor het kunstmatig gedroogde gras in lange vorm. Het verschil in asgehalte van de grasbrokjes en het kunstmatig gedroogd gras in lange vorm veroorzaakte een verschil van 4,6% in NE berekend op de droge stof.

De precisie, waarmee eventuele verschillen in NE-gehalte van ruwvoerders kunnen worden aangetoond is uit deze proefgegevens niet zo groot. Gezien de grootte van het betrouwbaarheidsinterval voor de NE/GE voor het verschil tussen de rantsoenen H en L zal het moeilijk zijn verschillen kleiner dan 5% duidelijk aan te tonen. Omdat het krachtvoerbestanddeel in de rantsoenen vrijwel identiek was en ruim de helft van de energie van het rantsoen leverde, is het niet waarschijnlijk dat er verschillen in NE-gehalte tussen de ruwvoerders bestaan van ca. 10%. Slechts door deze proef enige malen te herhalen kan een grotere precisie worden bereikt, welke bij vergelijking van hooi en kuilvoer met ruim 100 dierbalansen werd berekend op ca. 4% (Van der Honing et al., 1973).

Hieruit volgt dat de in deze proeven gevonden verschillen in NE-gehalte tussen de drie ruwvoerders te gering waren om als significant te worden beschouwd, mede doordat de precisie van zo'n serie balansproeven toch nog vrij gering is.

4 Discussie

Het is niet eenvoudig om met behulp van de voederproef-techniek de netto energie van ruwvoer in een melkveerantsoen te bepalen. De precisie van zo'n bepaling is evenmin gemakkelijk aan te geven. De NE, welke niet voor onderhoud wordt aangewend kan in de vorm van melk beschikbaar komen, maar ook als reserve in de vorm van lichaamsvet worden opgeslagen. Bij een te geringe energietoevoer via het voedsel kan het dier energie uit zijn eigen lichaamsreserves mobiliseren. De geproduceerde energie in de vorm van melk is goed te meten, maar de verandering in energieinhoud van de koe kan slechts geschat worden aan veranderingen in het gewicht en de conditie van de koeien. Volgens Hawkins (1962) is het vaststellen van de verandering in energieinhoud door middel van weging een belangrijke foutenbron voor de netto energiebepaling van voeders via een voederproefmethode. In deze voederproef bedroeg de standaardafwijking van het gemiddelde produktieverschil in kg per dier per dag tussen de twee groepen 0,25 kg melk met 4% vet, overeenkomend met $0,25 \times 720 = 180$ kcal. Laten wij aannemen, dat 1 kg gewichtstoename per groep in onze proef tussen 3000 en 6000 kcal bevat, dan komt dit over 56 dagen gerekend neer op 50 - 100 kcal/dag. De juiste energieinhoud van de gewichtstoename is echter niet bekend, zodat de conversiefout per kg groei $100 - 50 = 50$ kcal bedraagt, hetgeen ongeveer overeenkomt met een standaardafwijking van ca. 12 kcal (aangenomen is dat het verschil van 50 kcal ca. 4 maal de standaardafwijking is) als men met een waarde van 4500 kcal/kg zou rekenen. Het gewichtsverschil tussen de groepen in deze proef bedroeg 4,3 kg per dier, zodat de standaardafwijking hierdoor met $4,3 \times 12 = 52$ kcal toeneemt.

Ook het gemiddelde gewicht van een groep heeft een standaardafwijking. In deze proef werd hiervoor 3,5 kg gevonden,

hetgeen bij een proef van 56 dagen en een aangenomen energie-inhoud van 4500 kcal/kg overeenkomt met $3,5 \times 4500/56 = 280$ kcal per dag,

Voor de standaardafwijking van het verschil in totale energieproductie tussen twee groepen komt men dan tot een waarde van $((180)^2 + (52)^2 + 2(280)^2)^{\frac{1}{2}} = 438$ kcal, hetgeen overeenkomt met de energie in $438/720 = 0,6$ kg melk per dag.

Uit de hiervoor geschetste benadering valt af te leiden dat verschillen in energievoorziening overeenkomend met de energie in 1,2 kg melk moeilijk significant ($P \leq 0,05$) aantoonbaar zullen zijn. De melkproductie in de voederproef was gemiddeld 22 kg en als men het onderhoud, als melk gerekend, erbij telt, was de totale produktie ca. 31 kg melk.

In de proef komt 1,2 kg melk dan overeen met $1,2/0,22 = 5,5\%$ van de NE_p of $1,2/0,31 = 3,9\%$ van de totale NE voor produktie en onderhoud. Hawkins (1962) vermeldt voor zijn proeven, waarbij de totale netto energie van een rantsoen op een soortgelijke wijze werd benaderd, waarden voor de variatiecoëfficiënt tussen 5,4 en 10,1%, welke dus nog wat hoger zijn dan in onze berekening werd gevonden.

Zoals reeds vermeld, was met de beschreven energiebalansproef moeilijk een verschil kleiner dan 5% van de totale NE significant aantoonbaar.

Wanneer het rantsoen slechts voor de helft uit ruwvoer bestaat zal bij voederwaardeverschillen alleen tussen ruwvoerders het verschil tussen de ruwvoer + krachtvoerrantsoenen slechts de helft bedragen. Dit houdt in dat een significant verschil in energievoorziening door ruwvoer voor de voederproef tenminste ca. 8% en voor de energiebalansproef ca. 10% zou moeten zijn. Om kleinere verschillen toch te kunnen aantonen zal een proef dus enige malen herhaald moeten worden.

Uit tabel 5 valt te berekenen dat de zetmeelwaarde voor hooi en kunstmatig gedroogd gras van de eerste snede met een factor voor de ruwecelstofaf trek van 0,58 resp. 472 en 495 gzw/kg droge stof bedroeg. De netto energie van hooi bleek in de energiebalansproef 2,5% lager te zijn dan van het kunstmatig gedroogd gras, hetgeen naar verhouding vrij goed overeenkomt met de berekening van de zetmeelwaarde met een factor

voor de ruwecelstofaf trek van 0,58. Wordt voor gedroogd gras de factor 0,44 gebruikt dan is de berekende zetmeelwaarde 532 gzw per kg droge stof. De zetmeelwaarde van hooi is dan 11% lager, wat veel meer is dan in de energiebalansproef werd gevonden. In de voederproef komt de te verwachten melkproductie het beste overeen met de werkelijk geproduceerde hoeveelheid melk wanneer voor gedroogd gras een lagere factor voor de ruwecelstofaf trek (0,44) dan voor hooi (0,58) wordt gebruikt. Bij een aftrek van 0,58 voor gedroogd gras is de melkproductie vergeleken met de andere groep echter ca. 1 kg hoger geweest dan op grond van de gegeven hoeveelheid zetmeelwaarde verwacht mocht worden. Vergeleken met de groep welke gedroogd gras ontving is de hooigroep volgens de gegevens van tabel 8 echter wat meer in gewicht en conditie toegenomen. Uit energetisch oogpunt bestaat tussen hooi en kunstmatig gedroogd gras dus minder verschil in NE-gehalte dan door een verschil in de factor voor de ruwecelstofaf trek van 0,14 wordt aangegeven, maar het gedroogde gras lijkt de melkproductie wat meer te stimuleren dan hooi. Als men bij de uitkomsten van de voederproef het gewichtsverschil tussen de groepen van 4,3 kg à 4500 kcal/kg meerekent, dan zou voor het kunstmatig gedroogd gras een factor voor de ruwecelstofaf trek moeten worden gebruikt, welke 0,08 eenheden lager is dan voor hooi, zodat de zetmeelwaarde van het hooi dan ca. 3,5% lager is dan van het gedroogde gras. Ten aanzien van de energetische voederwaarde stemmen de resultaten van de energiebalansproef en de voederproef dus goed overeen. De behandelingsverschillen zijn echter zo gering dat ze gezien de precisie van de proef niet als wezenlijk beschouwd kunnen worden. De proefuitkomsten samen wijzen evenwel eerder in de richting van een gelijke factor voor de ruwecelstofaf trek voor kunstmatig gedroogd gras en hooi in melkveerantsoenen dan op een verschil van 0,14 eenheden.

Voor de praktische uitwerking van een voorspelling van de voederwaarde lijkt de verteerbaarheid met hamels of in vitro bepaald een goed uitgangspunt. Om zo goed mogelijk vergelijkbare waarden te krijgen wordt het voederniveau rond de onderhoudsbehoefte van de hamels gekozen. Berekening van de NE van de melkveerantsoenen met behulp van de bij hamels ge-

vonden verteringscoëfficiënten en de door de melkkoeien opgenomen hoeveelheid organische stof zal te hoge uitkomsten geven. Het verschil in de verteringscoëfficiënten van de organische stof van de rantsoenen H, L en B op deze wijze berekend (resp. 79,1; 79,0 en 78,2) is immers vergeleken met de bij de melkkoeien gevonden verteringscoëfficiënten resp. 5,1; 6,1 en 8,5 eenheden. Deze waarden zijn resp. 6,9; 8,3 en 12,2% te hoog. In het voorspellen van de ME of NE zou hiervoor een passende correctie moeten worden aangebracht. Om de voorspelling van de NE van deze rantsoenen onderling te vergelijken kan de verteerbaarheid van de organische stof (met hamelverteringscoëfficiënten berekend) worden vermenigvuldigd met een constante factor. Voor deze factor is de gemiddelde verhouding tussen het gevonden NE-gehalte van de organische stof en de verteringscoëfficiënt van de organische stof (hamels) genomen, welke 20,50 bedroeg. Het op deze wijze berekende NE-gehalte van het rantsoen verschilde voor H, L en B slechts + 0,6; - 0,5 en - 0,2% van het in de balansproef gevonden gehalte.

Voor wat betreft de specifieke invloed op de melkproductie en de samenstelling van de melk geeft een energiebalansproef nauwelijks enige informatie. De voederproef is veel beter geschikt om dergelijke effecten te meten, omdat grotere aantallen dieren, vergelijkbare groepen en een veel langere proefperiode worden gebruikt dan bij de respiratieproeven. Van duidelijke specifieke invloeden op de melkproductie en melksamenstelling door één van beide ruwvoerders was in deze proef geen sprake, hoewel de melkproductie door kunstmatig gedroogd gras iets meer gestimuleerd leek dan door hooi.

5 Conclusies

Het kunstmatig gedroogd gras in lange vorm in deze proeven had voldoende structuurhoudende eigenschappen voor een melkveerantsoen, hetgeen o.a. valt af te leiden uit het ontbreken van voederstoornissen en een belangrijke daling van het melkvetgehalte. Dergelijk gras kan in de hier gebruikte hoeveelheden dus dienen als enig ruwvoer in een melkveerantsoen met vrij veel krachtvoer.

Uit de energiebalansproeven en ook uit de voederproef werd afgeleid, dat de energetische voederwaarde van hooi ca. 3% lager is dan van kunstmatig gedroogd gras in lange vorm. Gezien de precisie van de bepalingsmethoden kan dit verschil niet als wezenlijk worden beschouwd. Omgerekend naar een factor voor de ruwecelstofaf trek in het zetmeelwaardesysteem zou een factor, die voor kunstmatig gedroogd gras ca. 0,07-0,08 eenheden lager is dan voor hooi, de beste aansluiting geven bij onze proefuitkomsten. Een verschil van 0,14, zoals momenteel wordt gehanteerd, valt echter geheel binnen het 95%-betrouwbaarheidsinterval van beide typen proeven.

De netto energie van de droge stof van de grasbrokjes was ruim 5% lager dan van het materiaal in lange vorm, gedeeltelijk veroorzaakt door het hogere asgehalte van de brokjes en waarschijnlijk verder door de invloed van het malen en tot brokjes persen van het gedroogde gras, hoewel het niet geheel zeker was dat het materiaal goed vergelijkbaar was. Gezien de standaardafwijking van de energiebalansproeven kan dit verschil niet als wezenlijk worden aangemerkt.

Bij de verwerking van de energie uit het rantsoen met grasbrokjes werd een lagere verteerbaarheid vrijwel geheel gecompenseerd door geringere verliezen via methaan en urine en een betere benutting van de beschikbare energie, waarbij minder warmte verloren ging.

Hoewel er weinig verschil was tussen de energetische voederwaarde van hooi en kunstmatig gedroogd gras, werd uit de gegevens van de voederproef toch de indruk verkregen dat het rantsoen met kunstmatig gedroogd gras de melkproduktie meer stimuleerde dan het hooirantsoen.

6 Samenvatting

Hoofdstuk 2 bevat de resultaten van een voederproef met melkvee, waarin de invloed van hooi en kunstmatig gedroogd gras in lange vorm van hetzelfde uitgangsmateriaal op de produktie werd vergeleken. De verschillen in produktieresultaten bij voeding van 10 kg hooi tegenover 10 kg kunstmatig gedroogd gras, in beide gevallen met aanvulling van krachtvoer volgens de normen, waren gering en voor zover aanwezig praktisch geheel terug te voeren op kleine verschillen in voederwaarde verstrekt aan beide groepen dieren. De dieren die het kunstmatig gedroogd gras als enig ruwvoer ontvingen, reageerden hier even goed op als die, welke hooi als enig ruwvoer verstrekt kregen.

Hoofdstuk 3 beschrijft de resultaten van een serie energiebalansproeven met melkvee om de energetische voederwaarde van de ruwvoerders hooi en kunstmatig gedroogd gras uit hoofdstuk 2 envoorts van kunstmatig gedroogd gras als brokjes met elkaar te vergelijken. Het ruwvoerrantsoen bevatte per koe een constante hoeveelheid krachtvoer om al te sterk negatieve of positieve energiebalansen bij de koeien te voorkomen.

De verteerbaarheid van de H (hooi + krachtvoer) en L (kunstmatig gedroogd gras in lange vorm (balen) + krachtvoer) rantsoenen verschilde weinig, maar was voor rantsoen B (kunstmatig gedroogd gras in brokjes + hooi of lang kunstmatig gedroogd gras + krachtvoer) duidelijk lager. Vooral de verteerbaarheid van het ruw eiwit van het kunstmatig gedroogd gras was lager dan van het hooi. Bij B waren de energieverliezen via methaan lager dan bij de andere rantsoenen. De verwerking van de beschikbare energie was voor H iets slechter en leek voor B iets beter dan voor L. De netto energie van de organische stof van de rantsoenen bleken zich te verhouden voor H, L en B als 99,0 : 100 : 98,6. Er werd berekend dat hooi

2,8% en grasbrokjes 3,6% minder netto energie in de organische stof bevatten dan het kunstmatig gedroogd gras in lange vorm. Ook uit het resultaat van de voederproef werd na de nodige veronderstellingen voor het hooi een lagere netto energie berekend van ca. 3,5% ten opzichte van het lange gedroogde gras. Deze verschillen zouden voor het gedroogde gras een lagere factor voor de ruwecelstofaf trek dan voor het hooi van 0,07 - 0,08 eenheden betekenen.

Door de vrij geringe precisie van de bepalingsmethoden kunnen de genoemde verschillen echter niet als wezenlijk worden beschouwd en zelfs het momenteel gehanteerde verschil in de factor voor de ruwecelstofaf trek van 0,14 eenheden voor de berekening van de zetmeelwaarde valt geheel binnen het 95%-betrouwbaarheidsinterval voor de bepaling van het verschil in netto energie tussen de ruwvoerders. De uitkomsten van de twee methoden zijn niettemin in goede overeenstemming en duiden erop dat de factor voor de ruwecelstofaf trek voor de berekening van de zetmeelwaarde van hooi en kunstmatig gedroogd gras in lange vorm vrijwel dezelfde is. Kunstmatig gedroogd gras in lange vorm stimuleert dan de melkproduktie echter wellicht iets meer dan hooi.

Summary

Comparison of artificially dried grass with hay in rations for dairy cows with a feeding trial and energy balance trials

Experiments were carried out to study the differences in feeding value of hay and artificially dried grass (in the long form or pelleted) in dairy cattle rations using the Scandinavian feeding-trial-technique and the energy-balance-trial-technique (indirect calorimetry). The results of both methods were compared to calculate the net energy (NE) content of the roughages. The hay used was barn-dried with cold air. The grass was artificially dried; the long form in a conveyer type drier and the pelleted form in a drumdrier.

In chapter 2 the results are given of a feeding trial with 24 Friesian cows in early lactation, fed with hay or artificially dried grass in the long form as the only roughage. Concentrates were fed according to the Dutch feeding standards for starch equivalent and digestible crude protein. With 10 kg hay or 10 kg artificially dried grass in the ration differences in milk and milk fat production were small and might have been caused by a slight difference in starch equivalent given. General appearance of the animals fed with the artificially dried grass was normal and similar to those receiving the hay.

In chapter 3 the results are presented of a series of energy balance experiments. Main objective of these experiments was to study the metabolisable and net energy content of the hay and dried grass in the long form of chapter 2 and of artificially dried grass in the pelleted form. Each cow was given a fixed amount of concentrates so that excessive positive or negative energy balances were prevented.

The digestibilities of the organic matter (DCom) of the rations with hay or artificially dried grass in the long form were hardly different, but DCom of the ration with grass pellets was significantly lower. Digestibility of the crude protein of the artificially dried grass in the long and in the

pelleted form were lower than of the hay. The energy losses with methane were lowest when the grass pellets were fed. The utilisation of metabolisable energy (ME) of the ration with hay was somewhat lower and that of the ration with grass-pellets slightly higher compared to the ration with artificially dried grass in the long form.

There was hardly any difference in NE-content of the rations, because the lower ME-content was compensated for by a somewhat higher utilisation of the ME.

The relative NE-content of the rations with hay, artificially dried grass in the long form and grasspellets were found to be 99,0; 100 and 98,6 respectively. Compared to the NE-content of the organic matter of the artificially dried grass in the long form we calculated a lower NE of the hay and grasspellets of 2,8 and 3,6% respectively.

With some assumptions about measuring the weight-gain or -loss and the NE-content of a change in bodyweight, we calculated from the results of the feeding trial the NE-content of the hay to be 3,5% lower than of the artificially dried grass in the long form.

The accuracy of each independent method was not high enough to prove that the differences in NE-content of the roughages were statistically significant. Nevertheless the results of the two methods were in good agreement and might indicate, that the crude fibre correction for calculating the starch equivalent of hay and of artificially dried grass in the long form is nearly the same. However, in that case artificially dried grass may stimulate milkproduction somewhat more than hay.

Verklaring van de gebruikte afkortingen/List of abbreviations

GE	= bruto energie/gross energy
DE	= verteerbare energie/digestible energy
ME	= beschikbare energie/metabolisable energy
NE	= netto energie/net energy
ME _m	= beschikbare energie voor onderhoud/metabolisable energy for maintenance
ME _p	= beschikbare energie voor produktie/metabolisable energy for production
NE _m	= netto energie voor onderhoud/net energy for maintenance
NE _p	= netto energie voor produktie/net energy for production
% ME	= beschikbare energie in % van de bruto energie/metabolisable energy as a percentage of gross energy
$W^{\frac{3}{4}}$	= metabolisch gewicht = lichaamsgewicht tot de macht $\frac{3}{4}$ / metabolic weight = live weight to the power $\frac{3}{4}$
VCos	= verteringscoëfficiënt van de organische stof/ coefficient of digestibility of the organic matter
VCre	= verteringscoëfficiënt van het ruw eiwit/coefficient of digestibility of crude protein
H	= rantsoen bestaande uit 11 kg hooi + krachtvoer/ ration with 11 kg hay + concentrates
L	= rantsoen bestaande uit 11 kg kunstmatig gedroogd gras in lange vorm + krachtvoer/ration with 11 kg arti- ficially dried grass in the long form + concentrates
B	= rantsoen met 8 kg grasbrokjes + 3 kg hooi (B _H) of 3 kg kunstmatig gedroogd gras in lange vorm (B _L) + krachtvoer/ ration with 8 kg grasspellets + 3 kg hay (B _H) or 3 kg artificially dried grass in the long form (B _L) + concentrates

Literatuur

- Dijkstra, N.D., 1939. Voederproef met melkvee omtrent de voederwaarde van kunstmatig gedroogd gras. Versl. landbouwk. Onderz. 45.617.
- Dijkstra, N.D., 1954. Vergelijkende voederproeven met kunstmatig gedroogd voorjaars- en herfstgras bij melkvee. Versl. landbouwk. Onderz. 60.1.
- Dijkstra, N.D., 1970. Estimation of the nutritive value of artificially dried grass for ruminants. 21st Annual meeting EAAP.
- Dijkstra, N.D., H.J. Weide & P.W.M. van Adrichem, 1962. Vergelijkend onderzoek over de verteerbaarheid van ruwvoeder door hamels en door melkkoeien. Versl. landbouwk. Onderz. 68.9.
- Ekern, A., 1972. Feeding of high yielding dairy cows. IV. Ration digestibility in high yielding cows fed at different levels of intake. Meld. Norg. Landb. Høgsk. 51:33.
- Es, A.J.H. van, 1966. Labour-saving methods for energy-balance experiments with cattle; description of equipment and techniques used. Neth. J. agric. Sci. 14:32.
- Es, A.J.H. van, 1972. Maintenance; Handbuch der Tierernährung II, Verlag Paul Parey. Hamburg-Berlin. p. 1.
- Es, A.J.H. van & Y. van der Honing, 1973. Intake and nutritive value of pelleted roughage for lactating cows. Proc. 1st Dri Crops Congr., Oxford (in press).
- Flatt, W.P., P.W. Moe, R.R. Oltjen, P.A. Putnam & N.W. Hooven jr., 1969. Energy metabolism studies with dairy cows receiving purified diets. Proc. 4th Symp. Energy Metab. EAAP-publ. no. 12:109. Newcastle: Oriel Press.
- Handleiding voor de berekening van de voederwaarde van ruwvoedermiddelen, 1965. Centraal Veevoederbureau (CVB), Wageningen.

- Hawkins, G.E., 1962. Sources of error in energy utilisation studies with lactating dairy cattle. *J. Dairy Sci.* 45:1533-1536.
- Honing, Y. van der & A.J.H. van Es, 1971. Over de opname en voederwaarde van geperst ruwvoeder in het melkveeantsoen. *Landbouwk. Tijdschr.* 83:341.
- Honing, Y. van der, A.J.H. van Es, H.J. Nijkamp & R. Terluin, 1973. Net-energy content of Dutch and Norwegian hay and silage in dairy cattle rations. *Z. Tierphysiol. Tierernähr. u. Futtermittelk.* 31:149.
- Honing, Y. van der & H. Schlepers, 1971. De opname van kunstmatig gedroogde groenvoeders in lange vorm en als brokjes door melkvee. *Meded. Inst. Bewar. Verwerk. Landbouw Prod.* 384.
- Koelen, C.J. van der & N.D. Dijkstra, 1971. Bepaling van de verteerbaarheid in vitro als hulpmiddel bij de schattingen van de voederwaarde van ruwvoeders. *Landbouwk. Tijdschr.* 83:494.
- Reitsma, A., 1972. Kunstmatig drogen van gras als methode van voederwinning. *Publ. Landbouw Ec. Inst.* 3.34.
- Schiemann, R., K. Nehring, L. Hoffmann, W. Jentsch & A. Chudy, 1971. *Energetische Futterbewertung und Energienormen.* VEB Deutsche Landwirtschaftsverlag Berlin.
- Schiemann, R., W. Jentsch & H. Wittenburg, 1971. Zur Abhängigkeit der Verdaulichkeit der Energie und der Nährstoffe von der Höhe der Futteraufnahme und Rationszusammensetzung bei Milchkühen. *Arch. Tierernähr.* 21:223.
- Veevoedertabel, 1970. Centraal Veevoederbureau (CVB), Wageningen.

Fig. 1. Friesiaplanten van emmers met veen zonder kalkammonsalpeter, zonder tripel superfosfaat of zonder patentkali.

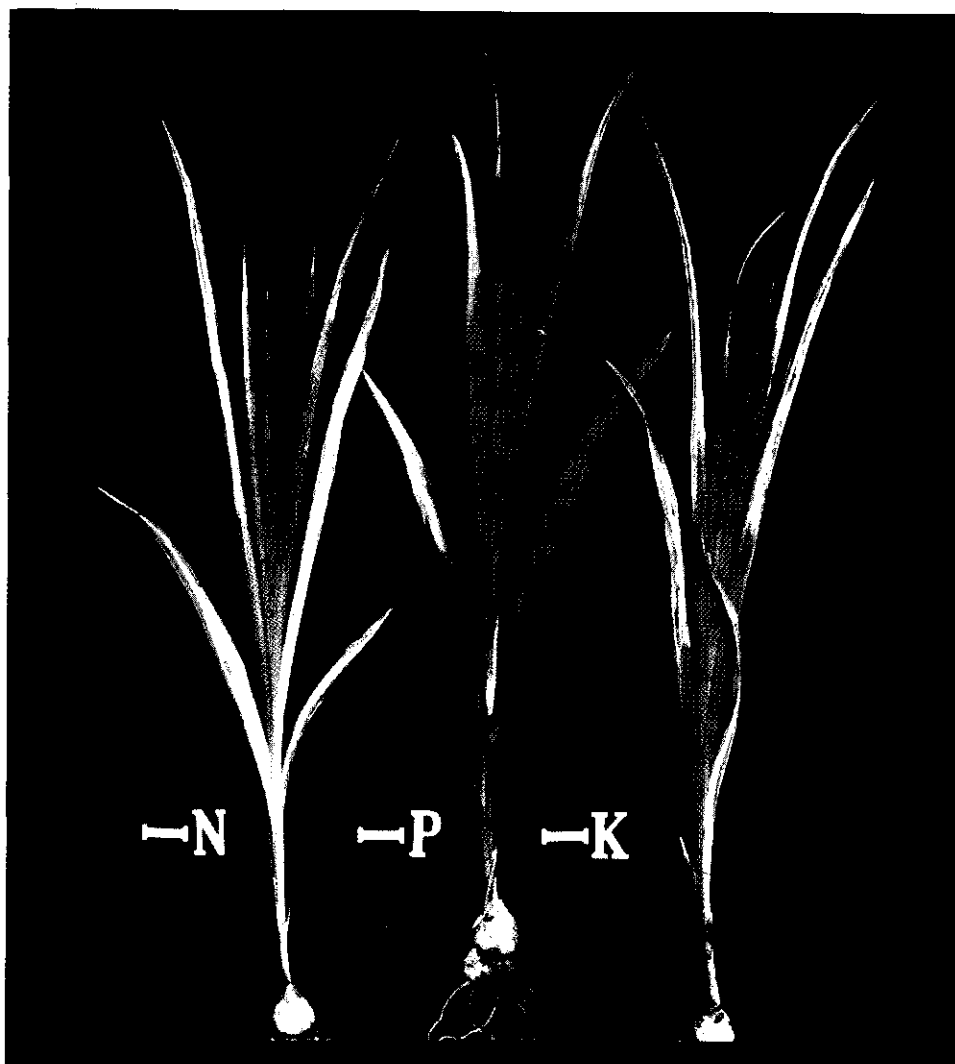


Fig. 1. Freesia plants from buckets with peat without ammonium nitrate limestone, triple superphosphate or magnesium potassium sulphate. Note leaf scorch on peat with triple superphosphate.