

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION HOORN

OVER DE
VERTEERBAARHEID EN VOEDERWAARDE
VAN VERSE LUCERNE

WITH A SUMMARY

RESEARCH INTO THE DIGESTIBILITY AND FEEDING VALUE
OF FRESH LUCERNE

N. D. DIJKSTRA
S. BRANDSMA



STAATSDRUKKERIJ

UITGEVERIJBEDRIJF

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. NO 61.5 - 'S-GRAVENHAGE - 1955

197227

INHOUD¹

I.	INLEIDING	3
II.	HET VERTEERBAARHEIDSONDERZOEK	4
III.	VERANDERINGEN IN DE LUCERNE BIJ HET VOORTSCHRIJDEN VAN HET GROEISTADIUM	9
	1. De chemische samenstelling	9
	2. De verteerbaarheid	10
	3. De voederwaarde	11
IV.	VERBAND TUSSEN SAMENSTELLING EN VOEDERWAARDE	12
	1. Verteerbaar ruw eiwit	12
	2. Verteerbare organische stof	14
	3. Zetmeelwaarde	14
	4. Verteerbaar werkelijk eiwit	16
IV.	PRAKTISCHE TOEPASSING VAN DE FORMULES	18
	SAMENVATTING	20
	SUMMARY	21
	LITERATUUR	22

¹ De auteurs zijn: Dr N. D. DIJKSTRA, scheikundige, en Ir S. BRANDSMA, landbouwkundige aan het Rijkslandbouwproefstation te Hoorn.

I. INLEIDING

In de loop der jaren zijn aan het Rijkslandbouwproefstation te Hoorn reeds veel ruwvoerders met behulp van proefdieren op verteerbaarheid onderzocht. Tot voor kort hadden verreweg de meeste van deze proeven betrekking op het voor ons land belangrijkste voedermiddel, het gras, en de daaruit te winnen geconserveerde producten: hooi, kunstmatig gedroogd gras en kuilgras.

Aan de hand van de uitkomsten van deze verteringsproeven hebben wij nagegaan, of er bij elk van deze producten een verband bestond tussen de *chemische samenstelling* en de *voederwaarde*. Dit bleek inderdaad het geval te zijn en het is ons gelukt voor vers gras (4), hooi (2), kunstmatig gedroogd gras (3, 5) en kuilgras (6) dat verband vast te leggen in formules, grafieken of tabellen, met behulp waarvan voor deze producten de voederwaarde kan worden berekend, wanneer de chemische samenstelling ervan bekend is. Een samenvatting van de resultaten van deze proeven is zowel in het Nederlands (7) als in het Engels (8) gepubliceerd.

De bedrijfslaboratoria voor gewasonderzoek maken van die formules een dankbaar gebruik, want daarmee zijn zij in staat voor het grote aantal monsters van deze producten, die zij dagelijks ter onderzoek ontvangen, niet alleen de chemische samenstelling, doch ook de voederwaarde op te geven.

Vanzelfsprekend zijn er ook nog andere producten, waarvoor het zeer wenselijk wordt geacht dergelijke formules op te stellen. Een van de producten is lucerne.

In het onderstaande wordt nu verslag uitgebracht over de resultaten van het onderzoek van dit belangrijke ruwvoeder.

De proeven omvatten het onderzoek van:

1. een 1e snede lucerne, in Mei en Juni 1954 gemaaid op een veld van de Proefzuivelboerderij te Hoorn;
2. een 1e snede lucerne, in Mei en Juni 1954 gemaaid op een veld in de Wieringermeerpolder.

Dit onderzoek werd nog aangevuld met:

3. een verteringsproef van lucerne, in de tweede helft van Mei 1951 gemaaid op een veld in de buurt van Wijdenes (N.H.);
4. een verteringsproef van lucerne, midden September 1953 gemaaid op het hiervoor vermelde veld van de Proefzuivelboerderij.

De hier verkregen resultaten werden tenslotte nog aangevuld met enkele uitkomsten uit de buitenlandse literatuur.

II. HET VERTEERBAARHEIDSONDERZOEK

Voor alle verteringsproeven werd gebruik gemaakt van 3 jonge schapen (hamels).

Als regel werd driemaal per week verse lucerne van de desbetreffende velden gemaaid, alleen bij het veld in de Wieringermeerpolder geschiedde dit tweemaal per week. Deze lucerne, die bestemd was om de volgende 2-4 dagen te worden gevoerd, werd zorgvuldig gehakseld, doorengemengd en bemonsterd, waarna direct een voorlopige droge-stofbepaling werd verricht. Deze bepaling achtten wij nodig om aan de hand daarvan de dagporties zó groot te kunnen nemen, dat niet alleen gedurende elke afzonderlijke proefperiode (zeven dagen), maar ook gedurende alle perioden welke betrekking hadden op hetzelfde perceel, dag aan dag praktisch dezelfde hoeveelheid droge stof werd verstrekt, ondanks het feit, dat het drogestofgehalte door de weersgesteldheid en de toenemende ouderdom van de lucerne, voortdurend wisselde. De gehakselde lucerne werd in bussen in een koelcel bewaard.

Naast de lucerne werden geen andere voedermiddelen verstrekt, alleen ontvingen de dieren dagelijks 5 g keukenzout over hun lucerne rantsoen.

De eigenlijke proefperioden duurden steeds 7 dagen. Bij het onderzoek van de lucerne van één en hetzelfde veld werden geen tussenperioden ingeschakeld, zodat de proefperioden hier zonder onderbreking op elkaar volgden, waarbij de samenstelling van de droge stof vanzelfsprekend geleidelijk veranderde. Aan de eerste proefperiode van elk der percelen ging een voorperiode van 9-11 dagen vooraf.

De resultaten van dit onderzoek zijn opgenomen in de tabellen 1 t/m 4.

Tabel 1 heeft betrekking op de scheikundige samenstelling en de voederwaarde, de andere tabellen bevatten de verteringscoëfficiënten, met behulp waarvan de voederwaarde werd becijferd. De berekening van de zetmeelwaarde vond plaats volgens de aan ons instituut voor de meeste ruwvoerders toegepaste vereenvoudigde methode, waarbij het ruw vet buiten beschouwing wordt gelaten en niet het werkelijk eiwit, maar het ruw eiwit bij de berekening wordt gebruikt.

De aftrek aan ruwe celstof varieerde al naar het ruwe-celstofgehalte in het verse materiaal van 0,29-0,35 per procent ruwe celstof.

TABEL 1. Chemische samenstelling en voederwaarde van verse lucerne

	Droge stof (%)	Samenstelling van de droge stof (%)								Zetmeelwaarde	Verteerbaar werkelijk eiwit	Verteerbaar ruw eiwit	Verteerbaar werkelijk eiwit	Starch equivalent
		Ruw eiwit	Vet + overige koolhydraten	Ruwe celstof	Ash	Werkelijk eiwit	Verteerbaar ruw eiwit	Verteerbaar werkelijk eiwit	Zetmeelwaarde					
1. Hoorn 1954														
13-19 Mei	15,54	26,45	41,22	19,02	13,31	20,16	22,51	16,43	60,2			16,43		
20-26 Mei	16,46	24,61	43,60	20,84	10,95	18,67	21,24	15,44	60,8			15,44		
27 Mei-2 Juni	16,39	22,93	40,53	23,07	11,47	16,94	19,35	13,60	55,0			13,60		
3-9 Juni	17,05	21,44	39,79	29,33	9,44	15,60	17,80	12,12	51,5			12,12		
10-16 Juni	17,20	19,96	38,02	30,82	11,20	14,89	16,35	11,39	45,4			11,39		
17-23 Juni	17,82	19,29	37,58	32,02	11,11	14,17	15,74	10,76	44,9			10,76		
24-30 Juni	18,65	17,82	37,57	33,96	10,65	13,42	14,02	9,74	39,9			9,74		
2. Wieringermeer 1954														
21-27 Mei	14,95	23,18	41,72	22,86	12,24	17,69	18,43	13,25	55,4			13,25		
28 Mei-3 Juni	14,91	21,88	39,74	25,97	12,41	16,28	17,20	11,82	51,2			11,82		
4-10 Juni	17,40	19,59	39,26	30,05	11,10	14,66	15,10	10,47	48,1			10,47		
3. Wijdenees 1951														
19-25 Mei	15,37	23,85	42,51	21,70	11,94	17,36	19,34	13,11	57,1			13,11		
26 Mei-1 Juni	15,39	22,89	41,78	24,51	10,82	16,47	18,56	12,39	54,9			12,39		
4. Hoorn 1953														
8-14 September	18,58	23,80	38,24	25,92	12,04	19,32	19,18	14,76	47,6			14,76		
15-21 September	19,00	24,63	38,67	25,66	11,04	19,59	20,15	15,18	50,0			15,18		

TABEL 1. Fresh lucerne. Chemical composition and feeding value.

TABEL 2. Verteringscoëfficiënten van verse lucerne, Hoorn 1954 (V 336)

	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit	Vet + overige koolhydraten	Ruwe celstof	As	Werkelijk eiwit	
13 t/m 19 Mei								May 13-19
Hamel J	70,3	77,9	85,3	81,2	60,4	20,6	81,9	Wether J
Hamel K	70,3	77,3	85,2	80,8	58,6	24,5	81,6	Wether K
Hamel L	69,8	76,9	84,8	81,9	55,2	23,3	81,0	Wether L
Gemiddeld	70,1	77,4	85,1	81,3	58,1	22,8	81,5	Average
20 t/m 26 Mei								May 20-26
Hamel J	69,8	75,7	85,9	82,0	50,4	21,9	82,1	Wether J
Hamel K	71,9	76,9	87,0	81,7	54,8	31,2	83,4	Wether K
Hamel L	71,3	77,0	86,0	83,3	53,1	25,3	82,5	Wether L
Gemiddeld	71,0	76,5	86,3	82,3	52,8	26,1	82,7	Average
27 Mei t/m 2 Juni								May 27-June 2
Hamel J	67,0	71,1	83,7	77,8	48,8	35,2	79,7	Wether J
Hamel K	68,2	72,1	85,1	77,8	50,9	38,5	81,1	Wether K
Hamel L	68,2	72,1	84,4	78,4	50,8	38,0	80,1	Wether L
Gemiddeld	67,8	71,8	84,4	78,0	50,2	37,2	80,3	Average
3 t/m 9 Juni								June 3-9
Hamel J	66,9	69,9	83,7	77,1	50,0	38,4	78,6	Wether J
Hamel K	64,5	67,4	83,0	75,1	45,4	36,8	77,7	Wether K
Hamel L	64,2	67,3	82,4	75,7	45,0	34,6	76,8	Wether L
Gemiddeld	65,2	68,2	83,0	76,0	46,8	36,6	77,7	Average
10 t/m 16 Juni								June 10-16
Hamel J	61,1	63,6	81,7	73,1	40,1	41,6	76,4	Wether J
Hamel K	61,0	63,1	82,2	72,3	39,5	44,4	76,9	Wether K
Hamel L	60,8	63,6	81,7	74,1	38,9	38,8	76,3	Wether L
Gemiddeld	61,0	63,4	81,9	73,2	39,5	41,6	76,5	Average
17 t/m 23 Juni								June 17-23
Hamel J	60,1	63,2	81,2	73,0	40,9	35,0	75,9	Wether J
Hamel K	60,4	63,3	81,8	72,6	41,3	37,1	76,1	Wether K
Hamel L	61,3	64,0	81,7	74,4	41,3	39,5	75,8	Wether L
Gemiddeld	60,6	63,5	81,6	73,3	41,2	37,2	75,9	Average
24 t/m 30 Juni								June 24-30
Hamel J	57,7	59,4	79,1	69,9	37,6	42,7	73,1	Wether J
Hamel K	56,0	58,1	78,6	68,8	35,4	38,8	72,6	Wether K
Hamel L	57,2	58,9	78,3	69,4	37,1	42,7	72,0	Wether L
Gemiddeld	57,0	58,8	78,7	69,4	36,7	41,4	72,6	Average
	Dry matter	Organic matter	Crude protein	Fat + N-free extract	Crude fibre	Ash	True protein	

TABLE 2. Digestion coefficients of fresh lucerne, Hoorn 1954.

TABEL 3. Verteringscoëfficiënten van verse lucerne, Wieringermeer 1954 (V 338)

	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit	Vet+overige koolhydraten	Ruwe celstof	As	Werkelijk eiwit	
21 t/m 27 Mei								May 21-27
Hamel A	69,9	71,8	80,6	78,0	51,7	55,9	75,5	Wether A
Hamel B	69,2	71,1	78,2	77,8	51,6	55,5	74,1	Wether B
Hamel C	71,0	73,0	79,8	79,1	54,9	57,1	75,0	Wether C
Gemiddeld	70,0	72,0	79,5	78,3	52,7	56,2	74,9	Average
28 Mei t/m 3 Juni								May 28—June 3
Hamel A	67,5	69,5	80,2	76,9	49,1	53,4	74,4	Wether A
Hamel B	64,9	66,9	76,6	74,7	46,9	50,6	71,2	Wether B
Hamel C	66,3	68,3	78,9	75,6	48,1	52,7	72,3	Wether C
Gemiddeld	66,2	68,2	78,6	75,7	48,0	52,2	72,6	Average
4 t/m 10 Juni								June 4-10
Hamel A	64,8	66,2	78,1	75,3	46,6	53,6	72,2	Wether A
Hamel B	64,0	65,8	74,6	74,4	48,7	50,0	70,1	Wether B
Hamel C	64,7	66,0	78,5	74,6	46,6	54,5	71,9	Wether C
Gemiddeld	64,5	66,0	77,1	74,8	47,3	52,7	71,4	Average
	Dry matter	Organic matter	Crude protein	Fat+N-free extract	Crude fibre	Ash	True protein	

TABLE 3. Digestion coefficients of fresh lucerne, Wieringermeer 1954

Wanneer wij de tabellen 2 t/m 4 der verteringscoëfficiënten nader bezien, dan blijken bij nagenoeg alle proeven de individuele verschillen tussen de proefdieren van weinig betekenis te zijn geweest, zodat zonder bezwaar tot de berekening van de gemiddelden kon worden overgegaan.

TABEL 4. Verteringscoëfficiënten van verse lucerne, Wijdenes 1951 (proef 3) en Hoorn 1953 (proef 4)

	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit	Vet + overige koolhydraten	Ruwe celstof	Ash	Werkelijk eiwit	
Wijdenes 1951 (V 251)								
19 t/m 25 Mei								
Hamel G	67,4	73,7	81,2	78,0	57,2	20,9	75,8	Wijdenes 1951
Hamel L	67,3	73,5	81,4	77,4	56,8	21,9	76,0	Wether G
Hamel J	66,8	72,9	80,8	76,1	57,8	21,8	74,8	Wether L
Gemiddeld	67,2	73,4	81,1	77,2	57,3	21,5	75,5	Wether J
								Average
26 Mei t/m 1 Juni								
Hamel G	66,2	69,9	79,7	76,3	49,7	36,1	73,6	May 26-June 1
Hamel L	67,7	71,9	82,3	77,8	52,3	33,2	76,5	Wether G
Hamel J	67,0	70,5	81,4	75,0	52,8	37,7	75,5	Wether L
Gemiddeld	67,0	70,8	81,1	76,4	51,6	35,7	75,2	Wether J
								Average
Hoorn 1953 (V 294)								
8 t/m 14 September								
Hamel A	59,9	63,2	80,5	70,6	36,6	35,3	76,1	Hoorn 1953
Hamel B	62,1	65,6	80,9	72,0	41,9	36,9	76,9	September 8-14
Hamel C	61,5	64,8	80,4	71,0	41,3	37,3	76,1	Wether A
Gemiddeld	61,2	64,5	80,6	71,2	39,9	36,5	76,4	Wether B
								Wether C
15 t/m 21 September								
Hamel A	64,1	67,3	82,9	74,9	40,7	39,1	78,7	September 15-21
Hamel B	62,8	66,0	81,3	72,3	41,8	37,0	77,1	Wether A
Hamel C	63,2	66,2	81,3	72,4	42,3	39,4	76,6	Wether B
Gemiddeld	63,4	66,5	81,8	73,2	41,6	38,5	77,5	Wether C
								Average
	Dry matter	Organic matter	Crude protein	Fat + N-free extract	Crude fibre	Ash	True protein	

TABEL 4. Digestion coefficients of fresh lucerne, Wijdenes 1951 and Hoorn 1953

III. VERANDERINGEN IN DE LUCERNE BIJ HET VOORTSCHRIJDEN VAN HET GROEISTADIUM

1. DE CHEMISCHE SAMENSTELLING (TABEL 1)

Het *droge-stofgehalte* van de lucerne van proef 1 (Hoorn 1954) steeg gedurende de zeven weken, die deze proef duurde, van 15,5 tot 18,6% en bij proef 2, die 3 weken duurde van 15,0 tot 17,4%. Deze stijging was door weersinvloeden enigszins onregelmatig.

Het gehalte aan *ruw eiwit* in de droge stof daalde in proef 1 van 26,4 tot 17,8% en bij proef 2 van 23,2 tot 19,6%.

Het *ruwe-celstofgehalte* in de droge stof steeg bij proef 1 van 19,0 tot 34,0% en bij proef 2 van 22,9 tot 30,0%.

Het *asgehalte* in de droge stof was enigszins onregelmatig, maar vertoonde toch enige neiging tot dalen. Bij het *werkelijk eiwit* was de daling zeer sterk. Het daalde in proef 1 van 20,2 tot 13,4% en in proef 2 van 17,7 tot 14,7%.

Voor de beoordeling van de kwaliteit aan de hand van eiwit- en celstofgehalten hebben wij indertijd bij het hooi- en grasonderzoek gebruik gemaakt van een *eiwit-celstof-diagram*. Hiervoor werden de gehalten aan ruw eiwit en ruwe celstof omgekeerd op de organische stof en daarna tegen elkaar uitgezet in een grafiek.

Ditzelfde pasten wij ook bij de lucerne toe (fig. 1). Rechtsonder in het diagram vindt men de punten, die de betere partijen lucerne (eiwitrijk, celstofarm) vertegenwoordigen, terwijl men linksboven de punten vindt, die op de slechtere partijen (eiwitarm, celstofrijk) betrekking hebben.

Wanneer men de chemische samenstelling van de lucerne van een bepaald veld gedurende enige weken onderzoekt, dan zullen de eerste monsters rechts onder in het diagram een plaats vinden, terwijl de volgende monsters steeds verder naar links en naar boven komen te liggen.

Dit wordt in de figuur heel mooi gedemonstreerd aan de wekelijkse monsters van proef 1 en proef 2, terwijl ook de punten van proef 3 zeer mooi in de figuur passen. Alleen de punten van proef 4, die in de herfst is genomen, vallen enigszins uit de toon.

Met uitzondering van het monster van de 2e week liggen de punten bij proef 1 vrijwel op een rechte lijn en dit is ook het geval bij die van proef 2. Dit wil zeggen, dat bij deze proeven het eiwit- en het celstofgehalte steeds in dezelfde verhouding zijn veranderd. Bij gras hebben wij nl. vroeger gevonden, dat aanvankelijk het eiwitgehalte snel daalde en het ruwe-celstofgehalte nog niet sterk steeg, terwijl later het eiwitgehalte minder vlug daalde en het ruwe-celstofgehalte snel toenam. Dit hebben wij bij deze proeven met lucerne niet kunnen constateren. Wel liggen linksboven de punten wat dichter bij elkaar dan rechtsonder, hetgeen wil zeggen, dat in het begin de eiwit- en ruwe-celstofgehalten snel veranderden en later langzamer.

FIG. 1. Eiwit-celstof-diagram van de onderzochte partijen lucerne

- = wekelijkse monsters van proef 1 (Hoorn 1954);
- = wekelijkse monsters van proef 2 (Wieringermeer 1954);
- ▲ = wekelijkse monsters van proef 3 (Wijdenes 1951);
- = wekelijkse monsters van proef 4 (Hoorn, herfst 1953).

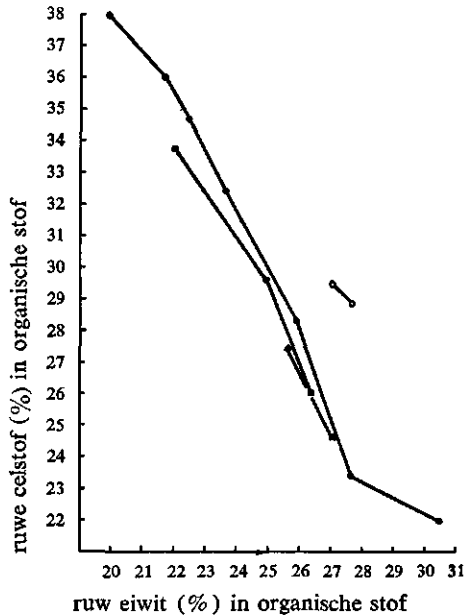


FIG. 1. Crude protein-crude fibre-diagram of the various lots of lucerne.

Horizontal axis: crude protein in the organic matter.

Vertical axis: crude fibre in the organic matter.

The dots represent the weekly samples of experiment 1 (Hoorn, 1954), the squares those of experiment 2 (Wieringermeer, 1954), the triangles those of experiment 3 (Wijdenes, 1951) and the small circles those of experiment 4 (Hoorn, autumn 1953).

2. DE VERTEERBAARHEID (TABELLEN 2, 3 EN 4)

De verteringscoëfficiënten van alle organische bestanddelen daalden met het voortschrijden van het groeistadium. De kleinste daling werd gevonden bij het *ruw eiwit*. Deze daalde in de zeven weken, die proef 1 duurde, van 85 tot 79 (tabel 2) en in de drie weken van proef 2 van 79 tot 77 (tabel 3). Dit komt overeen met een gemiddelde daling van de verteringscoëfficiënt van 1 eenheid per week.

Bij de *overige koolhydraten* was de teruggang van de verteerbaarheid sterker: bij proef 1 van 81 tot 69 en bij proef 2 van 78 op 75. De grootste daling onderging de verteerbaarheid van de *ruwe celstof*. Deze daalde bij proef 1 van 58 tot 37 en bij proef 2 van 53 tot 47. Opmerkelijk is verder, dat bij lucerne de verteringscoëfficiënten van de ruwe celstof veel lager liggen dan die van de overige koolhydraten. Dit vormt een verschil met gras, waarbij voor de ruwe celstof steeds minstens even hoge verteringscoëfficiënten worden gevonden als voor de overige koolhydraten.

Uit het voorafgaande blijkt reeds, dat ook de verteerbaarheid van de *organische stof* sterk daalt met het ouder worden van het gewas. Bij proef 1 daalde de verteerbaarheid van de organische stof van 77 tot 59 en bij proef 2 van 72 tot 66, wat overeenkomt met een gemiddelde daling van de verteringscoëfficiënt van 3 eenheden per week.

Hoewel proef 3 (Wijdenes 1951) slechts twee weken duurde, viel daar ook reeds een zekere daling van de verteerbaarheid te bespeuren. Alleen bij proef 4, die in tegenstelling met de drie andere in de herfst werd genomen, werd geen daling van de verteerbaarheid gevonden.

3. DE VOEDERWAARDE

In verband met het voorgaande is het duidelijk, dat ook de voederwaarde (behalve bij de lucerne, die in de herfst gemaaid werd) sterk terugliep naarmate het gewas ouder werd (zie tabel 1).

Het gehalte aan *verteerbaar ruw eiwit* in de droge stof daalde in proef 1 in 6 weken (midden van de 1e week tot midden 7e week) van 22,5 tot 14,0% en bij proef 2 in 2 weken van 18,4 tot 15,1%; dit is dus een gemiddelde daling van ongeveer 1,5% per week.

De daling in de *zetmeelwaarde* was nog veel groter; bij proef 1 liep zij terug van 60 tot 40 en bij proef 2 van 55 tot 48. Dit komt ongeveer overeen met een gemiddelde daling van ruim 3 eenheden per week.

IV. VERBAND TUSSEN SAMENSTELLING EN VOEDERWAARDE

Evenals vroeger voor andere producten, werden ook voor lucerne de analysecijfers omgerekend op de organische stof. Dit geschiedde ook met de gehalten aan verteerbaar ruw eiwit, verteerbaar werkelijk eiwit en met de zetmeelwaarde. De verteerbare organische stof, die meestal in de berekening ook een belangrijke plaats inneemt, behoeft niet afzonderlijk te worden berekend, omdat het gehalte aan verteerbare organische stof in de organische stof gelijk is aan de reeds beschikbare verteringscoëfficiënt van de organische stof.

Bij de hier volgende berekeningen hebben wij gebruik gemaakt van de volgende symbolen:

x = ruw eiwit (%) in de organische stof

y = ruwe celstof (%) in de organische stof

x_w = werkelijk eiwit (%) in de organische stof

v = verteerbaar ruw eiwit (%) in de organische stof

v_w = verteerbaar werkelijk eiwit (%) in de organische stof

z = verteerbare organische stof (%) in de organische stof

Z = zetmeelwaarde (kg) per 100 kg organische stof.

1. VERTEERBAAR RUW EIWIT

In fig. 2 is verband tussen het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit en dat aan ruw eiwit, beide in de organische stof, van de verschillende monsters lucerne tot uitdrukking gebracht.

De punten, die de betrekking tussen de gehalten aan ruw eiwit en aan verteerbaar ruw eiwit bij proef 1 (Hoorn 1954) aangeven, liggen praktisch op een rechte lijn. Hetzelfde geldt voor de andere proeven. De lijn, die door de punten van proef 1 kan worden getrokken, ligt echter duidelijk hoger dan de lijnen, welke voor de gegevens van de proeven 2, 3 en 4 zijn te berekenen.

In eerste instantie hebben wij dan ook 2 evenwijdige lijnen berekend. De lijn, die het verband aangeeft bij de monsters van proef 1 heeft tot formule:

$$v = 0,9837 (x - 25) + 20,89$$

en die voor de proeven 2, 3 en 4:

$$v = 0,9837 (x - 25) + 19,86.$$

Bij eenzelfde ruw-eiwitgehalte bezitten de monsters van proef 1 dus gemiddeld een 1% hoger gehalte aan verteerbaar ruw eiwit. Daar het echter niet mogelijk is voor eenzelfde product 2 verschillende formules aan de praktijk op te geven, hebben wij ook de gegevens voor verse lucerne uit de literatuur in onze berekening betrokken. Deze waren afkomstig van de volgende proeven:

1°. 9 verteringsproeven (hamels), verricht door WOODMAN c.s. (13, 14) in Engeland;

2°. 6 verteringsproeven (hamels), verricht door DINSMORE (9) in U.S.A.;

3°. 3 verteringsproeven (hamels), verricht door HARCOURT (10) in Canada;

4°. 1 verteringsproef (hamels), verricht door SCHARRER c.s. (12) in Duitsland;

5°. 1 verteringsproef (rammen), verricht door BONDI c.s. (1) in Palestina.

FIG. 2. Samenhang tussen ruw eiwit en verteerbaar ruw eiwit bij de verschillende partijen lucerne. De punten, vierkantjes, driehoekjes en cirkeltjes hebben dezelfde betekenis als in fig. 1. De kruisjes hebben betrekking op gegevens uit de buitenlandse literatuur.

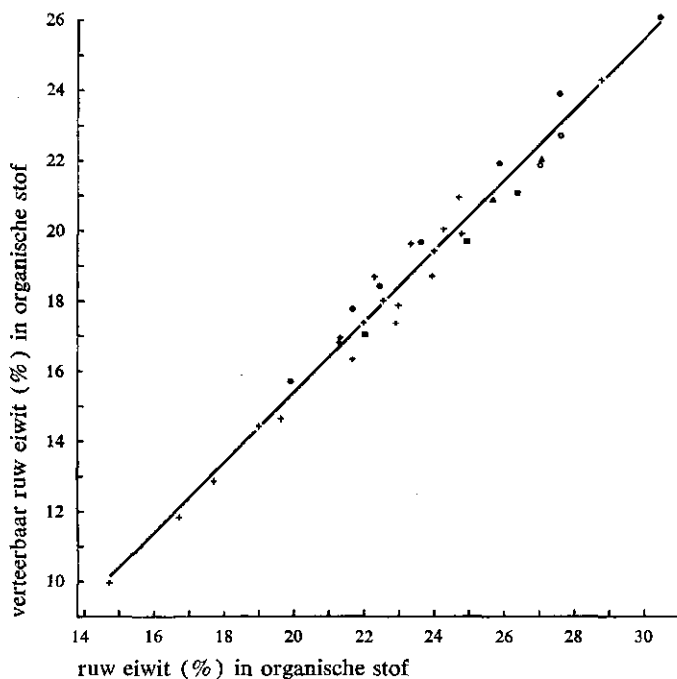


FIG. 2. Correlation between crude protein (horizontal axis) and digestible crude protein (vertical axis) in the various samples of lucerne. The dots, squares, triangles, and small circles have the same meaning as in fig. 1. The little crosses refer to data from the literature.

Verder heeft ook NOELLE (11) een tweetal verteringsproeven genomen met verse lucerne. Daar de door hem verkregen uitkomsten echter sterk afwijken van de andere buitenlandse en ook van onze uitkomsten, hebben wij zijn gegevens niet in onze berekening betrokken.

Van de buitenlandse gegevens werden de gehalten aan ruw eiwit en verteerbaar ruw eiwit eveneens omgerekend op de organische stof en de verkregen uitkomsten in fig. 2 uitgezet (kruisjes).

Tenslotte werd voor alle Nederlandse en buitenlandse gegevens een gemeenschappelijke lijn berekend, die tot formule had:

$$v = 0,9989 (x - 25) + 20,35$$

Deze lijn ligt vrijwel midden tussen de eerst berekende lijnen in, alleen verloopt zij nog iets steiler.

Wanneer deze formule voor het praktische gebruik weer omgerekend wordt op droge stof, dan krijgen wij:

$$v' = 0,9989 (x' - 22) + 0,046 (m' - 11) + 17,86,$$

waarin: v' = verteerbaar ruw eiwit (%) in de droge stof,

x' = ruw eiwit (%) in de droge stof, en
 m' = asgehalte in de droge stof.

De coëfficiënt 0,046, geplaatst voor de term met m' , is zo klein, dat deze term slechts weinig gewicht in de schaal legt. Wanneer m' niet te veel van 11 afwijkt, kan de term daarom vervallen. De formule wordt dan:

$$v' = 0,9989 (x' - 22) + 17,86.$$

Daar de regressiecoëfficiënt vrijwel gelijk is aan 1, zou de formule voor het praktische gebruik nog verder kunnen worden vereenvoudigd tot:

$$v' = x' - 4,16.$$

2. VERTEERBARE ORGANISCHE STOF

Evenals bij de graslandproducten hebben wij ook bij de lucerne het verband nagegaan tussen de verteerbare organische stof en het ruwe-celstofgehalte (beiden in de organische stof).

Er bleek in het algemeen een goed verband te bestaan tussen beide grootheden, alleen de gegevens van proef 4, vielen uit de toon. Deze gegevens zijn de enige, die betrekking hebben op lucerne, die in de herfst is gemaaid; alle overige gegevens hebben betrekking op lucerne, die in het voorjaar (Mei en Juni) is gemaaid. Het lijkt dus niet onwaarschijnlijk, dat lucerne zich in dit opzicht juist zo gedraagt als gras. Hierbij hebben wij immers ook steeds gevonden, dat de verteerbaarheid van de organische stof en bijgevolg de zetmeelwaarde van herfstgras lager was dan die van voorjaarsgras van dezelfde samenstelling.

Wanneer de beide gegevens, die betrekking hebben op de lucerne, die in de herfst van 1953 te Hoorn was gemaaid, buiten beschouwing werden gelaten, bleek er bij de overige 12 Nederlandse gegevens een goed verband te bestaan tussen het ruwe-celstofgehalte en het gehalte aan verteerbare organische stof.

Zowel uit praktische als uit theoretische overwegingen leek het juister voor dit verband geen rechte regressielijn te kiezen, doch een kromme. Wij hebben daarvoor de eenvoudigste kromme uitgekozen nl. de parabool. De formule van deze kromme is:

$$z = 89,99 - 0,3492 y - 0,01152 y^2$$

3. ZETMEELWAARDE

Evenals bij gras kan ook bij lucerne de zetmeelwaarde van de organische stof in verse lucerne ten naastenbij worden berekend met behulp van de vereenvoudigde formule:

$$Z = z - 0,06 v - 0,29 y$$

Wij zullen nu deze formule veranderen, zodat in het tweede lid alleen y voorkomt. Hiervoor gebruiken wij de volgende regressievergelijkingen:

$$z = -0,01152 y^2 - 0,3492 y + 89,992$$

$$v = -0,5266 y + 35,934$$

De tweede vergelijking is berekend uit de resultaten van dezelfde 12 proeven, waaruit ook de eerste vergelijking is afgeleid. Substitutie van z en v in de hiervoor vermelde zetmeelwaardeformule gaf:

$$Z = -0,01152 y^2 - 0,6076 y + 87,836.$$

Bij de reeds enige malen vermelde berekeningen over de voederwaarde van hooi en gras is overwogen, of de zetmeelwaarde niet rechtstreeks in de berekeningen kon worden betrokken. Wij behoeven dan niet uit te gaan van ruwe celstof en verteerbare organische stof, doch kunnen rechtstreeks het verband tussen ruwe celstof en zetmeelwaarde berekenen.

Indertijd meenden wij, dat hiertegen bezwaren bestonden, omdat de berekening van de zetmeelwaarde onzekere elementen bevatte en daarom in de toekomst wellicht zou moeten worden gewijzigd. Door toen niet onmiddellijk de zetmeelwaarde-cijfers, maar in plaats daarvan de direct met proefdieren bepaalde gehalten aan verteerbare organische stof in de berekening te betrekken, ontgingen wij dus in eerste instantie de onzekerheden in de zetmeelwaardeberekening, terwijl een vergelijking met buitenlandse uitkomsten, waarbij soms een andere zetmeelwaardeberekening was toegepast, beter mogelijk werd.

Nu echter de toen door BROUWER en DIKSTRA voorgestelde vereenvoudigde zetmeelwaardeberekening voor ruwvoerders, die in de meeste gevallen tennaastenbij dezelfde uitkomsten geeft als de meer omslachtige methode van KELLNER, althans in Nederland reeds behoorlijk is ingeburgerd, vervalt een gedeelte van de bezwaren, terwijl verder, wanneer vergelijking met buitenlandse gegevens wenselijk wordt geacht, hierop ook dezelfde zetmeelwaardeberekening zou kunnen worden toegepast.

Wij hebben daarom bij de door ons onderzochte lucernemonsters ook het rechtstreekse verband tussen het ruwe-celstofgehalte en de zetmeelwaarde in de berekening betrokken.

FIG. 3. Samenhang tussen ruwe celstof (horizontale as) en zetmeelwaarde (verticale as) bij de Nederlandse partijen lucerne.

De verschillende tekens hebben dezelfde betekenis als in fig. 1.

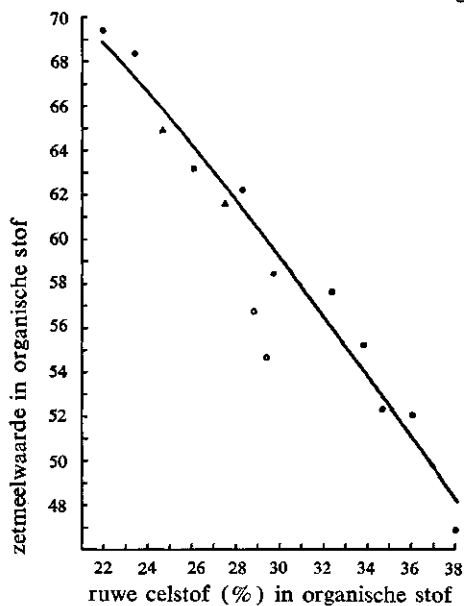


FIG. 3. Correlation between crude fibre (horizontal axis) and starch equivalent (vertical axis) in the Dutch samples of lucerne. The different marks have the same meanings as in fig. 1.

Om de aldus verkregen formule later eventueel voor verdere berekeningen te kunnen gebruiken, hebben wij hiervoor alle zetmeelwaarden berekend met dezelfde ruwe-celstofaf trek, nl. 0,29.

In figuur 3 hebben wij daarom op de horizontale as uitgezet het gehalte aan ruwe celstof en op de verticale as de zetmeelwaarde, beide in de organische stof.

Ook in deze figuur blijkt het verband tussen ruwe celstof en zetmeelwaarde van de in de herfst gemaaide lucerne een uitzonderingspositie in te nemen. Deze gegevens zijn daarom bij de berekening buiten beschouwing gelaten.

Bij de overige lucernemonsters geeft de getrokken parabolische kromme het verband tussen het ruwe-celstofgehalte en de zetmeelwaarde zeer goed weer. De formule van deze kromme is:

$$Z = 78,824 + 0,1044 y - 0,02551 y^2$$

Deze rechtstreeks afgeleide formule geeft nagenoeg dezelfde uitkomsten als de eerder vermelde indirect via de verteerbare organische stof berekende formule.

Wanneer wij de rechtstreeks berekende formule omrekenen voor gehalten in de droge stof, dan vinden wij:

$$Z' = 0,78824 (100 - m') + 0,1044 y' - \frac{2,551}{100 - m'} y'^2$$

4. VERTEERBAAR WERKELIJK EIWIT

Hoewel men er steeds meer toe overgaat om bij voederrantsoenen met verteerbaar *ruw* eiwit te rekenen, willen wij toch nog enige aandacht aan het verteerbaar werkelijk eiwit schenken.

Wanneer de amiden voor 100% verteerbaar zouden zijn, zouden wij het gehalte aan verteerbaar werkelijk eiwit kunnen berekenen door het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit te verminderen met het gehalte aan amiden. Daarom hebben wij bij deze proeven eens nagegaan hoe het met de verteerbaarheid van de amiden was gesteld. Bij proef 1 varieerde deze verteerbaarheid van 96,0 tot 97,8%, bij proef 2 van 93,9 tot 96,1%, bij proef 3 waren de amiden voor 96,0% verteerbaar en bij proef 4 voor 98,6%. Gemiddeld bedroeg de verteerbaarheid van de amiden 96,7%. Bij benadering krijgt men dus het gehalte aan verteerbaar werkelijk eiwit door van het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit $0,967 \times$ het gehalte aan amiden af te trekken.

Een nog betere benadering kan verkregen worden met behulp van de hier volgende regressieformule.

In fig. 4 hebben wij op de horizontale as afgezet het gehalte aan werkelijk eiwit en op de verticale as het gehalte aan verteerbaar werkelijk eiwit, beide in de organische stof.

Zoals in de figuur is te zien, bestaat er ook bij het werkelijk eiwit, evenals dat bij het ruw eiwit het geval was, een verschil in het verband tussen werkelijk eiwit en verteerbaar werkelijk eiwit tussen proef 1 (Hoorn 1954) en de overige drie proeven. Wij hebben daarom ook bij het werkelijk eiwit in eerste instantie 2 evenwijdige regressielijnen berekend; de eerste, die betrekking heeft op de gegevens van proef 1, heeft tot formule:

$$v_w = 0,9715 (x_w - 19) + 15,06,$$

terwijl de formule van de lijn, die het verband aangeeft tussen het gehalte aan werkelijk eiwit en dat aan verteerbaar werkelijk eiwit bij de andere proeven luidt:

$$v_w = 0,9715 (x_w - 19) + 14,10.$$

FIG. 1. Samenhang tussen werkelijk eiwit (horizontale as) en verteerbaar werkelijk eiwit (verticale as) bij de Nederlandse partijen lucerne. De verschillende tekens hebben dezelfde betekenis als in fig. 1.

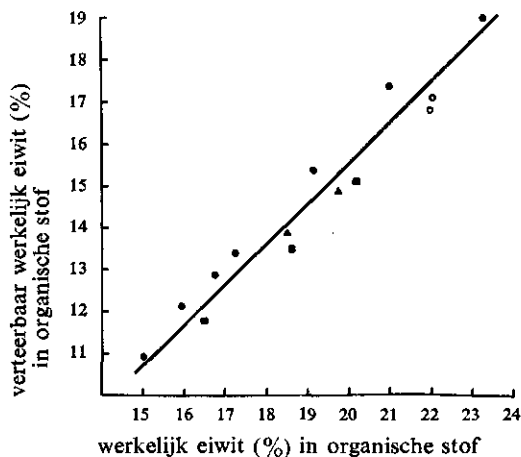


FIG. 4. Correlation between true protein (horizontal axis) and digestible true protein (vertical axis) in the Dutch samples of lucerne. The different marks have the same meaning as in fig. 1.

Daar wij over het werkelijk eiwit geen gegevens hadden uit de buitenlandse literatuur, hebben wij tenslotte de gemeenschappelijke lijn gekozen, die door het gemiddelde gehalte aan werkelijk en verteerbaar werkelijk eiwit gaat evenwijdig aan deze 2 lijnen. De formule van deze lijn is:

$$v_w = 0,9715 (x_w - 19) + 14,58$$

Wanneer wij deze formule omrekenen op de droge stof, dan vinden wij:

$$v'_w = 0,9715 (x'_w - 17) + 0,0388 (m' - 11) + 13,065.$$

V. PRAKTISCHE TOEPASSING VAN DE FORMULES

Nu wij naast formules voor de berekening van de voederwaarde van gras ook formules hebben voor de berekening van de voederwaarde van verse lucerne, lijkt het ons interessant de voederwaarde van deze twee producten eens met elkaar te vergelijken, zoals ze met behulp van deze formules zijn te berekenen.

In de eerste plaats zullen wij uitgaan van gras en lucerne van dezelfde chemische samenstelling. Hierbij zullen wij voor de vereenvoudiging aannemen, dat het asgehalte in de droge stof bij beide 12% bedraagt.

Gras				Lucerne			
re	rc	vre	ZW	re	rc	vre	ZW
24	20	19,4	62,3	24	20	19,9	59,9
20	25	15,6	57,9	20	25	15,9	53,9
16	30	11,8	50,5	16	30	11,9	46,4

Alle in dit tabelletje vermelde cijfers hebben betrekking op de droge stof.

Bij gelijke chemische samenstelling bezit de lucerne dus een iets hoger gehalte aan verteerbaar ruw eiwit (variërende van 0,1 tot 0,5%), doch een lagere zetmeelwaarde. Globaal gesproken is de zetmeelwaarde van de lucerne ongeveer 4 eenheden lager dan van gras bij dezelfde chemische samenstelling. Dit is het geval, wanneer men bij de voederwaardeberekening zowel met het eiwit- als met het ruwcelstofgehalte rekening houdt. Het komt echter ook nog al eens voor, dat men alleen maar met ruw-eiwitgehalte rekent. In dat geval wordt het verschil in zetmeelwaarde tussen lucerne en gras veel groter. Bij beide gewassen daalt, zoals bekend, bij het ouder worden het gehalte aan ruw eiwit en stijgt het ruwcelstofgehalte. Bij een gelijke daling van ruw-eiwitgehalte is echter bij lucerne de stijging van het ruwcelstofgehalte veel sterker dan bij gras.

Volgens de gegevens uit de z.g. grote tabel van het Centraal Veevoederbureau, zou bij een daling van het ruw-eiwitgehalte in de droge stof van 24 tot 16%, het ruwcelstofgehalte in de droge stof bij gras stijgen van 20,0 tot ongeveer 26,8%, terwijl bij lucerne bij eenzelfde daling van het eiwitgehalte het ruwcelstofgehalte toeneemt van 20,0 tot ongeveer 32,0%.

Wij krijgen dan ongeveer de volgende voederwaardeberekening, waarbij alle cijfers betrekking hebben op de droge stof en waarbij aangenomen wordt, dat bij beide producten het asgehalte in de droge stof 12% bedraagt.

Gras				Lucerne			
re	rc	vre	ZW	re	rc	vre	ZW
24	20,0	19,4	62,3	24	20,0	19,9	59,9
22	21,7	17,5	61,0	22	23,0	17,9	56,4
20	23,4	15,6	59,5	20	26,0	15,9	52,5
18	25,1	13,7	57,8	18	29,0	13,9	48,0
16	26,8	11,8	55,7	16	32,0	11,9	43,0

Zoals uit deze tabel blijkt, wordt nu bij een daling van het ruw-eiwitgehalte het verschil in zetmeelwaarde tussen gras en lucerne steeds groter. Bij het gewas met 24% ruw eiwit is het verschil niet groot (ongeveer 2—3 eenheden), bij 20% ruw eiwit is het reeds 7 eenheden en bij 16% ruw eiwit bijna 13 eenheden. Bijgevolg is het raadzaam bij een waardevergelijking van gras en lucerne nooit alleen af te gaan op het ruw-eiwitgehalte, doch daarbij ook het ruwe-celstofgehalte terdege in het oog te houden.

SAMENVATTING

Er werd met behulp van hamels een onderzoek ingesteld naar de verteerbaarheid en voederwaarde van verse lucerne, gemaaid in verschillende groeistadia. De proeven omvatten:

1. een eerste snede, in 1954 gemaaid op een veld van de Proefzuivelboerderij te Hoorn;
2. een eerste snede, in 1954 gemaaid op een veld in de Wieringermeerpolder;
3. een eerste snede, in 1951 gemaaid op een veld te Wijdenes (N.H.), en
4. lucerne, midden September 1953 gemaaid op het veld te Hoorn.

Bij proef 1 werd de verteerbaarheid van de lucerne nagegaan gedurende 7 opeenvolgende weken, bij proef 2 gedurende 3 weken, bij proef 3 gedurende 2 weken en bij proef 4 ook gedurende 2 weken.

Elke proef werd met 3 hamels genomen en elke periode duurde steeds 7 dagen. Behalve de beide verteringsproeven van proef 4, hadden alle verteringsproeven betrekking op lucerne, die in Mei en Juni was gemaaid.

De resultaten van dit onderzoek zijn genomen in de tabellen 1 t/m 4.

Bij alle proeven met de voorjaarslucerne nam bij toenemende ouderdom van het gewas het gehalte aan ruw eiwit in de droge stof en in de organische stof snel af en dat aan ruwe celstof snel toe. Het verband tussen het gehalte aan ruw eiwit en dat aan ruwe celstof was bij deze proeven vrijwel rechtlijnig (fig. 1).

De verteringscoëfficiënten van alle organische bestanddelen daalden met het voortschrijden van het groeistadium.

De grootste daling werd gevonden in de verteerbaarheid van de ruwe celstof, de kleinste in die van het ruw eiwit. De verteringscoëfficiënt van het ruw eiwit daalde gemiddeld 1 per week en die van de organische stof gemiddeld 3 per week.

In tegenstelling met gras, was bij de lucerne de verteerbaarheid van de ruwe celstof veel lager dan die van de overige koolhydraten. Door de ongunstige verandering in de chemische samenstelling en de daling van de verteerbaarheid liep bij de voorjaarslucerne de voederwaarde sterk terug naarmate het gewas ouder werd.

Het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit in de droge stof daalde bij deze proeven gemiddeld met 1,5% per week en de zetmeelwaarde gemiddeld met ruim 3 eenheden per week.

Verder werd nagegaan op welke wijze de voederwaarde van de lucerne afhankelijk was van het gehalte aan ruw eiwit en ruwe celstof. Evenals bij gras bleek bij lucerne, dat het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit vrijwel geheel door het gehalte aan ruw eiwit werd bepaald en dat de zetmeelwaarde sterk afhankelijk was van het ruwe-celstofgehalte.

Deze uitkomsten werden vastgelegd in regressieformules, waarmede de vermoedelijke zetmeelwaarde en het vermoedelijke gehalte aan verteerbaar ruw eiwit kunnen worden berekend, wanneer de chemische analyse bekend is. Aldus kunnen bij *voorjaarslucerne* het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit en de zetmeelwaarde op bevredigende wijze worden geschat.

Vermoedelijk is, evenals dit bij herfstgras het geval is, de zetmeelwaarde van lucerne, die in de herfst is gemaaid, iets lager dan de formule aangeeft.

SUMMARY

RESEARCH INTO THE DIGESTIBILITY AND FEEDING VALUE OF FRESH LUCERNE

With the use of wethers a research was made into the digestibility and feeding value of fresh lucerne, cut in different stages of growth. The experiments include:

1. a first cut from a field of the experimental farm at Hoorn (1954),
2. a first cut from a field in the "Wieringermeerpolder" (1954),
3. a first cut from a field at Wijdenes (1951), and
4. lucerne, cut in the middle of September 1953 from the field at Hoorn.

In experiment 1 the digestibility of lucerne was studied during 7 successive weeks, in experiment 2 during 3 weeks, in experiment 3 during 2 weeks and in experiment 4 also during 2 weeks.

All experiments were made by using 3 wethers and each period lasted 7 days. Except the two trials of experiment 4, all the trials refer to lucerne, cut in May and June.

The results of these experiments are mentioned in the tables 1-4.

In all trials with first cut lucerne the crude protein content in the dry matter decreased quickly and the crude fibre content increased quickly with increasing age of the lucerne. The regression between the crude protein content and the crude fibre content was in these trials practically linear (fig. 1).

The digestion coefficients of all organic components decreased when the lucerne was growing older.

The largest decrease was found in the digestibility of the crude fibre, the smallest in that of the crude protein. On an average, the digestion coefficient of the crude protein decreased each week 1 unit and that of the organic matter each week 3 units.

Contrary to grass, in lucerne the digestibility of crude fibre was much lower than that of the N-free extract.

By the unfavourable change in the chemical composition and the decrease of the digestibility the feeding value of the first cut lucerne dropped quickly with increasing age of the lucerne.

The digestible crude protein content in the dry matter decreased in these experiments each week with 1.5%, on an average, and the starch equivalent each week with more than 3 kg.

The correlation between the feeding value and the chemical composition was studied. Just as in grass it proved that also in lucerne there was a close correlation between the crude protein and the digestible crude protein content and also between the crude fibre content and the starch equivalent.

These results were recorded in regression formulae, by which the probable starch equivalent and digestible crude protein content can be calculated when the chemical composition is determined.

Consequently, the digestible crude protein content and the starch equivalent of the first cut lucerne can be estimated in a satisfactory way.

As in autumn grass, the starch equivalent of lucerne, cut in the autumn, will probably be somewhat lower than that of the first cut lucerne with the same crude fibre content.

LITERATUUR

1. BONDI, A. en CH. MEYER, *Rehovot Bull.* **27** (1940) 3—68.
2. BROUWER, E. en N. D. DIJKSTRA, *Versl. Landbouwk. Onderz.* **44** (1938) 529—612; *Jaarverslag Proefzuivelboerderij* (1938) 7—90.
3. BROUWER, E. en N. D. DIJKSTRA, *Versl. Landbouwk. Onderz.* **45** (1939) 119—147; *Jaarverslag Proefzuivelboerderij* (1938) 177—205.
4. DIJKSTRA, N. D. en E. BROUWER, *Versl. Landbouwk. Onderz.* **45** (1939) 1—45; *Jaarverslag Proefzuivelboerderij* (1938) 107—151.
5. DIJKSTRA, N. D., *Versl. Landbouwk. Onderz.* **54**, 11 (1949) 1—48; *Jaarverslag Proefzuivelboerderij* (1947) **54**, 11, 1—48.
6. DIJKSTRA, N. D. *Versl. Landbouwk. Onderz.* **55**, 10 (1949) 1—15; *Jaarverslag Proefzuivelboerderij* (1948) **55**, 10, 1—15.
7. DIJKSTRA, N. D., De veevoeding in nieuwe banen, *Landbouw* **13** (1951) 5—38.
8. DIJKSTRA, N. D., *Netherlands Journ. Agr. Sci.* **2** (1954) 273—297.
9. DINSMORE, S. C. *Nev. Agr. Exp. Sta. Bull.* **66** (1908) 37—48.
10. HARCOURT, R., *Ontario Ann. Rpt.* **23** (1897) 31—38.
11. NOELLE, E., *Tierernahrung* **13** (1941) 279—312.
12. SCHARRER, K., en R. SCHREIBER, *Zsch. Tierern. u. Futtermk.* **3** (1939) 27—44.
13. WOODMAN, H. E., R. E. EVANS en D. B. NORMAN, *Journ. Agr. Sci.* **23** (1933) 419—458.
14. WOODMAN, H. E., R. E. EVANS en D. B. NORMAN, *Journ. Agr. Sci.* **24** (1934) 283—311.