

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION HOORN

# DE BEREKENING VAN DE VOEDERWAARDE VAN KUILGRAS

WITH A SUMMARY

THE CALCULATION OF  
THE FEEDING VALUE OF GRASS-SILAGES

N. D. DIJKSTRA



STAATSDRUKKERIJ

UITGEVERIJBEDRIJF

---

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. No. 55.10 • 'S-GRAVENHAGE • 1949

452 726

## INHOUD

	Blz.
1. Inleiding . . . . .	5
<i>a</i> Het beschikbare cijfermateriaal . . . . .	5
<i>b</i> Bemerking van het cijfermateriaal . . . . .	6
2. Verteerbare eitwitachtige stof . . . . .	6
3. Verteerbare organische stof . . . . .	9
4. Zetmeelwaarde . . . . .	12
5. Verteerbaar werkelijk eiwit . . . . .	14
Summary: The calculation of the feeding value of grass-silages . . . . .	14
Literatuur . . . . .	15

## 1. INLEIDING

Het is ongetwijfeld van belang, dat de veehouders zo juist mogelijk zijn ingelicht over de voederwaarde van de verschillende ruwvoerders, waarover zij in de stalperiode de beschikking hebben. Om het onderzoek van de producten uit eigen bedrijf, zoals vers en gedroogd gras, hooi, geënsileerd gras en dergelijke, op grote schaal mogelijk te maken, kwam indertijd het Bedrijfslaboratorium voor Gewasonderzoek tot stand, als onderdeel van het Scheikundig laboratorium van het C.I.L.O. te Wageningen.

In dit laboratorium kan echter slechts de chemische samenstelling van de ingezonden voedermiddelen worden vastgesteld; een directe bepaling van de voederwaarde met behulp van proefdieren van de ingezonden praktijkmonsters moet vanzelfsprekend uitgesloten worden geacht. Bijgevolg moet getracht worden aan de hand van de uitkomsten van dit chemisch onderzoek de voederwaarde van het product zo goed mogelijk te schatten.

Om een enigszins juiste schatting mogelijk te maken, wordt bij vers gras, hooi en kunstmatig gedroogd gras gebruik gemaakt van de formules, die wij in Hoorn indertijd aan de hand van de uitkomsten van de verschillende verteringsproeven met deze producten hebben kunnen opstellen (1, 2, 3, 4).

In deze formules wordt het verband aangegeven, dat er bij deze ruwvoerders bestaat tussen het eiwitpercentage en het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof en tussen het ruwe-celstofpercentage en de berekende zetmeelwaarde.

Tot nu toe hadden wij ons echter nog niet gewaagd aan het opstellen van dergelijke formules voor kuilgras.

Daar zich echter aan het C.I.L.O. de behoefte deed gevoelen een leiddraad te hebben, volgens welke de voederwaarde van het kuilgras uit de chemische samenstelling kon worden afgeleid, stelde VAN RIEMSDIJK in 1941 enige voorlopige formules op (5).

Hij maakte hierbij gebruik van de resultaten van de onderzoeken over geënsileerd gras, die Hoorn tot die tijd had gepubliceerd. Daar bij deze formules echter geen verschil werd gemaakt tussen kuilgras, bereid volgens de warme en de koude methode, bleken ze niet geheel te voldoen, waarom later hierop correcties werden aangebracht (6).

Nu echter de Hoornse gegevens over verteringsproeven met kuilgras in de loop der jaren aanzienlijk zijn aangegroeid, achtten wij de tijd gekomen om ook voor kuilgras formules op te stellen.

*a. Het beschikbare cijfermateriaal*

Voor deze berekeningen hadden wij de beschikking over de uitkomsten van 12 verteringsproeven met kuilgras, bereid volgens de warme methode en van 34 met silages, gemaakt volgens de koude methode met of zonder toevoeging; van deze 34 waren 16 silages volledig geslaagd (pH niet boven 4.2).

Evenals vroeger werden de analysecijfers omgerekend op de organische stof en tevens geschiedde dit met de met dierproeven bepaalde gehalten aan verteerbare eiwitachtige stof. De verteerbare organische stof, die eveneens een belangrijke plaats in de hier volgende berekeningen inneemt, behoefde uiteraard niet afzonderlijk te worden berekend, omdat het gehalte aan verteerbare organische

TABLE 1. *Analysisdata, converted to percentages of the organic matter.*

stof in de organische stof gelijk is aan de reeds beschikbare verteringscoëfficiënt der organische stof. De aldus uit de dierproeven verkregen uitkomsten zijn

Figuur 1. Samenhang tussen eiwitachtige stof (horizontale as) en verteerbare eiwitachtige stof (verticale as) bij 16 goed geslaagde silages (punten), 18 slecht geslaagde silages (cirkeltjes) en 12 warme kuilen (kruisjes).

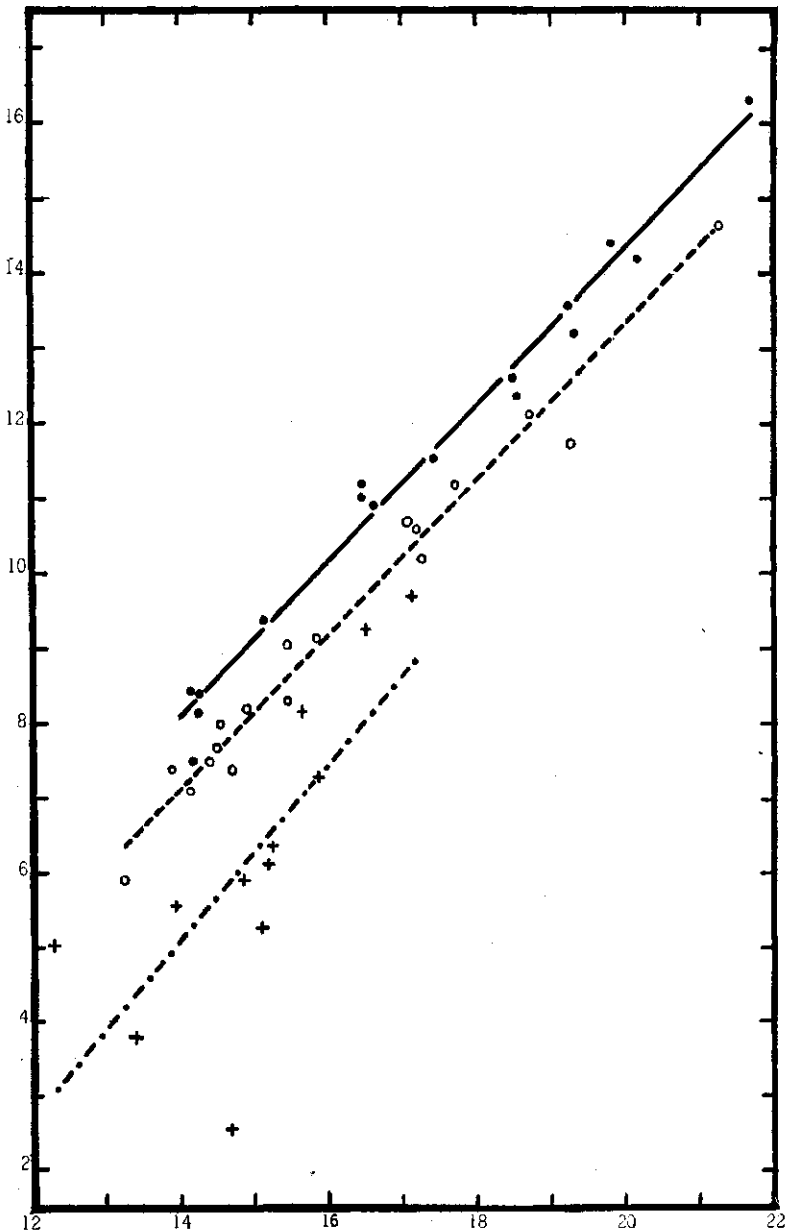


Figure 1. Correlation between crude protein (horizontal axis) and digestible crude protein (vertical axis) in 16 well-succeeded silages (points), 18 not-succeeded ones (little circles) and 12 warm Dutch silages (little crosses).

Als regel evenwel zullen niet de analysecijfers der organische stof, maar die in de *droge stof* gegeven zijn.

Wij noemen:  $x'$  = eiwitachtige stof (%) in de droge stof,  
 $m'$  = minerale bestanddelen (%) in de droge stof,  
 $v'$  = verteerbare eiwitachtige stof (%) in de droge stof.

Is  $m'$  bekend en houdt men er rekening mee, dat

$$x = \frac{100 x'}{100 - m'} \text{ en } v = \frac{100 v'}{100 - m'}$$

dan worden de formules voor:

goed geslaagde silages:

$$v' = 1.043 (x' - 15) + 0.065 (m' - 12) + 9.89 \dots \dots (4)$$

niët geslaagde silages:

$$v' = 1.043 (x' - 15) + 0.075 (m' - 12) + 9.04 \dots \dots (5)$$

warme kuilen:

$$v' = 1.198 (x' - 15) + 0.117 (m' - 12) + 7.65 \dots \dots (6)$$

Hoewel het gemiddelde gehalte aan minerale bestanddelen (grond inbegrepen) bij de monsters, waarop deze berekeningen zijn gebaseerd, nogal hoog lag (voor goede silages 12.56 %, voor niet geslaagde 14.82 % en voor warme kuilen 14.18 %), hebben wij in deze formules een gemiddeld asgehalte van 12 % aangehouden, omdat bij het C.I.L.O. in het algemeen lagere gehalten aan minerale bestanddelen werden gevonden (gemiddeld  $\pm 11$  %).

### 3. VERTEERBARE ORGANISCHE STOF

Om het verband tussen de verteerbare organische stof en het ruwe-celstofgehalte bij de verschillende silages na te kunnen gaan, hebben wij in fig. 2 op de horizontale as uitgezet de ruwe-celstof-percentages en op de verticale as de gehalten aan verteerbare organische stof, beide in de organische stof.

De verschillende tekens zijn dezelfde als bij fig. 1. Hoewel er wel een zeker verband blijkt te bestaan, is de spreiding van de punten toch erg groot. Dit blijkt ook wel uit de grootte der correlatiecoëfficiënt. Deze was voor de wèl en niët geslaagde silages, die wij in dit geval als één groep hebben beschouwd  $-0.524$  en voor de warme kuilen  $-0.743$ . De samenhang tussen het ruwe-celstofgehalte en het gehalte aan verteerbare organische stof was bij de warme kuilen dus beter dan bij de koude. De in fig. 2 getekende regressielijn heeft alleen betrekking op deze warme kuilen.

Verder lag het voor de hand ook het verband na te gaan tussen de verteerbare organische stof en de pH. Daarvoor hebben wij in fig. 3 op de horizontale as uitgezet de pH en op de verticale as de gehalten aan verteerbare organische stof in de organische stof.

In deze figuur zijn de cijfers, die betrekking hebben op de goed geslaagde silages, weergegeven door punten en die van de niët geslaagde door cirkeltjes.

Daar er bij de warme kuilen in het geheel geen verband bleek te bestaan tussen verteerbare organische stof en pH hebben wij, om de figuur niet onoverzichtelijk te maken, de cijfers, die hierop betrekking hadden, weggelaten. De in fig. 3 getekende regressielijn heeft dan ook alleen betrekking op de koude silages.

Figuur 2. Samenhang tussen ruwe celstof (horizontale as) en verteerbare organische stof

TABEL 2. Correlatie en regressie (totaal en partiël) tussen verteerbare organische stof (z) enerzijds en ruwe celstof (y) en pH (p) anderzijds.

	Correlatiecoëfficiënten				Regressiecoëfficiënten			
	Verteerbare organische stof en ruwe celstof		Verteerbare organische stof en pH		Verteerbare organische stof t.o.v. ruwe celstof		Verteerbare organische stof t.o.v. pH	
	$r_{zy}$ totaal	$r_{zy.p}$ partiël	$r_{zp}$ totaal	$r_{zp.y}$ partiël	$b_{zy}$ totaal	$b_{zy.p}$ partiël	$b_{zp}$ totaal	$b_{zp.y}$ partiël
„koude silages” („cold silages”)	-0.524	-0.215	-0.792	-0.715	-0.925	-0.271	-5.255	-4.726
„warme kuilen („warm Dutch silages”)	-0.743	-0.619	-0.590	+0.315	-1.429	-2.317	-7.862	+6.745
	<i>total</i>	<i>partial</i>	<i>total</i>	<i>partial</i>	<i>total</i>	<i>partial</i>	<i>total</i>	<i>partial</i>
	<i>Dig. organic matter and crude fibre</i>		<i>Dig. organic matter and pH</i>		<i>Dig. organic matter and crude fibre</i>		<i>Dig. organic matter and pH</i>	
	<i>Correlation coefficients</i>				<i>Regression coefficients</i>			

TABEL 2. Correlation and regression (total and partial) of digestible organic matter (z) on crude fibre (y) and pH (p).

bovendien de partiële correlatiecoëfficiënt met de pH positief uitviel, hebben wij bij de warme kuilen de pH buiten beschouwing gelaten en de regressieformule opgesteld, waarbij het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof alleen uit het ruwe-celstof-gehalte werd berekend.

$$z = -1.429 (y - 30) + 70.61 \dots \dots \dots (8)$$

Bij deze regressie, welke slechts betrekking heeft op 12 monsters, bedroeg de standaardafwijking 3.64. In het geval, dat tevens de pH in rekening was gebracht, werd voor de standaardafwijking 3.65 gevonden, waaruit dus ook blijkt, dat het bij deze warme kuilen geen zin had om de pH in de berekening te betrekken.

#### 4. ZETMEELWAARDE

Voor de becijfering van de zetmeelwaarde werd weer, evenals bij het onderzoek van hooi, vers gras en gedroogd gras, gebruik gemaakt van een vereenvoudigde rekenmethode. Hierbij wordt de vetachtige stof als zetmeelachtige stof gerekend. Daar bij de zetmeelwaardeberekening volgens KELLNER de verteerbare vetachtige stof bij ruwvoerders met de factor 1.91 moet worden vermenigvuldigd, zou de zetmeelwaarde nu dus iets te laag uitvallen. Om dit te compenseren, wordt echter in plaats van het verteerbaar werkelijk eiwit de verteerbare eiwitachtige stof in de berekening betrokken. Wanneer wij deze berekeningswijze toepassen op het kuilgras, vermeld in het leerboek van KELLNER, dan vinden wij een waarde van 7.97, terwijl aldaar 7.9 staat opgegeven.

Dit verschil is dus zeer klein en valt geheel weg bij de andere onzekere factoren in de zetmeelwaardebecijfering.

Volgens deze vereenvoudigde berekeningswijze krijgen wij dus:  
 Zetmeelwaarde =  $0.94 \times$  verteerbare eiwitachtige stof  
 $+1.00 \times$  verteerbare zetmeelachtige (+ vetachtige) stof  
 $+1.00 \times$  verteerbare ruwe celstof  
 $-$  factor  $\times$  ruwe celstof.

Daar verder de verteerbare organische stof gelijk is aan verteerbare eiwitachtige stof + verteerbare zetmeelachtige stof + verteerbare vetachtige stof + verteerbare ruwe celstof, krijgen wij: Zetmeelwaarde = verteerbare organische stof  $- 0.06 \times$  verteerbare eiwitachtige stof  $-$  factor  $\times$  ruwe celstof.

Met de hiervoor vermelde symbolen krijgen wij dus:

$$Z = z - 0.06 v - \text{factor} \times y.$$

Deze factor kan volgens KELLNER variëren van 0.29 tot 0.58 al naar het ruwe-celstof-gehalte van het verse materiaal. Bij 4 % ruwe celstof of minder bedraagt deze factor 0.29 en ze neemt bij stijgend ruwe-celstof-gehalte geleidelijk toe tot 0.58 bij 16 % ruwe celstof of meer.

Daar wij bij de koude silages gemiddeld ongeveer 5.6 % ruwe celstof vonden, hebben wij hierbij een factor voor ruwe-celstof-aftrek van 0.33 aangenomen. Bij de warme kuilen was het gemiddeld ruwe-celstof-gehalte  $\pm 8.00$  en bijgevolg was de factor daar 0.38.

Voor de *koude silages* wordt de formule voor de zetmeelwaarde dus:

$$Z = z - 0.06 v - 0.33 y.$$

Om  $v$  uit deze formule weg te werken, hebben wij bij alle 46 monsters het verband nagegaan tussen  $x$  en  $y$

$$x = -0.507 y + 32.28.$$

Met behulp van deze formule vinden wij nu:

$$0.06 v = -0.0317 y + 1.60.$$

De constante term was bij de goede silages 1.63 en bij de niet geslaagde 1.57; dit verschil was echter zo gering, dat wij het gemiddelde hebben genomen.

Met behulp van deze vergelijking krijgen wij:

$$Z = -0.569 (y - 30) - 4.726 (p - 4.4) + 58.76 \dots \dots (9)$$

Voor de *warme kuilen* wordt de formule voor zetmeelwaarde:

$$Z = z - 0.06 v - 0.38 y.$$

Deze formule zullen wij nu zodanig veranderen, dat in het tweede lid alleen  $y$  maar meer voorkomt. Bij deze kuilen is:

$$0.06 v = -0.0364 y + 1.62.$$

Wanneer wij dit in de vergelijking invoegen wordt:

$$Z = -1.772 (y - 30) + 58.69 \dots \dots (10)$$

Ook deze formules voor zetmeelwaarde hebben wij weer zodanig getransformeerd, dat zij toegepast kunnen worden op de gehaltecijfers in de *droge stof*, waarvoor wij de symbolen weer met een accent voorzien. Voor de koude silages wordt de formule dan:

$$Z' = -0.569 (y' - 27) - 4.159 (p - 4.4) + (m' - 12) (0.0473 p - 0.966) + 51.37 \quad (11)$$

Voor de warme kuilen vinden wij:

$$Z' = -1.772 (y' - 27) - 1.119 (m' - 12) + 50.58 \dots \dots (12)$$

## 5. VERTEERBAAR WERKELIJK EIWIT

KELLNER berekende het gehalte aan verteerbaar werkelijk eiwit uit het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof door hiervan het gehalte aan amidinen af te trekken. Hij neemt dus aan, dat de amidinen volledig verteerbaar zijn. Dit hebben wij nu eens aan de hand van ons cijfermateriaal nagegaan. Wij vonden, dat bij de koude silages de verteringscoëfficiënten van de amidinen (zonder ammoniak) slechts zeer weinig varieerden, nl. van 97.8 tot 91.3, met als gemiddelde 95.3.

Bij de warme kuilen waren de variaties groter; van de 12 monsters, waarover wij de beschikking hadden, lag de verteerbaarheid van de amidinen bij 5 monsters boven de 90 %, bij 5 andere monsters tussen 80 en 90 %, terwijl de amidinen bij de 2 resterende monsters voor 77.8 en 70.1 % verteerbaar waren. De gemiddelde verteringscoëfficiënt was 86.2.

Bij de koude silages kan het gehalte aan verteerbaar werkelijk eiwit dus verkregen worden door van het gehalte aan verteerbare eiwitachtige stof  $0.95 \times$  het amidepercentage af te trekken, terwijl wij bij de warme kuilen het gehalte kunnen benaderen door van het verteerbare-eiwitachtige-stof-percentage  $0.86 \times$  het gehalte aan amidinen af te trekken.

## SUMMARY: THE CALCULATION OF THE FEEDING VALUE OF GRASS-SILAGES

There is in various fodders a good correlation between the chemical composition and the feeding value.

Regression formulae can be used to estimate as well as possible the feeding value of a fodder, of which the chemical composition is known.

In the last years on the basis of the results of several digestion trials we have drawn up such formulae for fresh grass (1), hay (2, 3) and artificially dried grass (4).

In these formulae the relations are given between the percentage of crude protein and that of digestible crude protein and between the crude-fibre content and the starch equivalent.

Now we have calculated such formulae for grass-silages. They are based on the results of 12 digestion trials with silages, prepared by the Dutch warm fermentation method and of 34 with silages, prepared by the cold-fermentation process with various additions; of these 34 silages only 16 had well succeeded (pH beneath 4.2).

All the analyses are converted to organic matter (table 1); further the pH is brought into the calculation.

In order to calculate the dig. crude protein percentages the silages had to be divided into 3 groups, viz. well-succeeded and not succeeded cold silages and warm Dutch silages. In each of these groups the dig. crude protein content could be calculated rather exactly from the crude-protein content (formulae 1, 2 and 3).

For the calculation of the starch equivalent it was enough to divide the silages into 2 groups, viz. prepared by the cold- and by the warm-fermentation process.

In the first group the starch equivalent could be calculated in the best way from the crude-fibre content and the pH together (formula 9).

In the warm Dutch silage there was no correlation between the starch equiva-



lent and the pH; consequently here the starch equivalent was calculated only from the crude-fibre content (formula 10).

From these regressionformulae other were derived, which could be used directly, when the analysisdata are not given in the organic, but in the dry matter (formulae 4, 5, 6, 11 and 12).

#### LITERATUUR

- (1) DIJKSTRA, BROUWER, *Versl. landbk. Onderz.* 45 (1939) 1; *Jaarverslag Proefzuivelboerderij* (1938) 107.
- (2) BROUWER, DIJKSTRA, *Versl. landbk. Onderz.* 44 (1938) 529; *Jaarverslag Proefzuivelboerderij* (1938) 7.
- (3) DIJKSTRA, *Versl. landbk. Onderz.* 49 (1943) 38; *Jaarverslag Proefzuivelboerderij* (1942) 72.
- (4) BROUWER, DIJKSTRA, *Versl. landbk. Onderz.* 45 (1939) 119; *Jaarverslag Proefzuivelboerderij* (1938) 177.
- (5) VAN RIEMSDIJK, *Correspondentieblad voor de Rijkslandbouwwoorlichtingsdienst* (1941) 306.
- (6) BOSCH, DEYS, *Mededeling Landbouwwoorlichtingsdienst No. 53* (1947).