

RIJKSLANDBOUWPROEFSTATION HOORN
EN
CENTRAAL INSTITUUT VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK
TE WAGENINGEN

ONDERZOEK
NAAR DE VOEDERWAARDE
VAN GEBROEID HOOI

II

WITH A SUMMARY

THE FEEDING VALUE OF HEATED HAY

II

N. D. DIJKSTRA
D. VAN DER SCHAAF



STAATSDRUKKERIJ

UITGEVERIJBEDRIJF

VERSL. LANDBOUWK. ONDERZ. NO. 63.9 — 'S-GRAVENHAGE — 1957

7241 7481

INHOUD

| | |
|---|----|
| I. INLEIDING | 3 |
| II. DE ONDERZOCHE HOOISOORTEN. | 4 |
| III. HET CHEMISCHE ONDERZOEK | 5 |
| IV. VERTEERBAARHEIDSBEPALINGEN. | 7 |
| V. VOEDERWAARDE | 9 |
| VI. BEREKENING VAN DE VOEDERWAARDE MET BEHULP VAN DE BROEIKLEUR | 10 |
| 1. Benadering van het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit | 11 |
| 2. Benadering van het gehalte aan verteerbaar werkelijk eiwit | 13 |
| 3. Benadering van de zetmeelwaarde. | 14 |
| VII. VERGELIJKING VAN DE CHEMISCH BEPAALDE GEHALTEN AAN VERTEERBAAR RUW EIWIT MET DE BIJ DIERPROEVEN GEVONDEN WAARDEN. | 16 |
| SAMENVATTING | 18 |
| SUMMARY | 19 |
| LITERATUUR. | 20 |

Van de auteurs is dr. N. D. DIJKSTRA wetenschappelijk hoofdamtenaar bij het Rijkslandbouwproefstation te Hoorn en ir. D. VAN DER SCHAAF wetenschappelijk ambtenaar bij het CILO te Wageningen.

I. INLEIDING

In 1955 publiceerden wij de resultaten van ons eerste onderzoek naar de voederwaarde van gebroeid hooi (2).

Daarbij werden 16 partijen hooi, die in verschillende mate hadden gebroeid, met behulp van hamels op verteerbaarheid onderzocht. Tevens werd in die partijen langs chemische weg de mate van broei bepaald.

Er bleek een zeer goed verband te bestaan tussen de gemeten broeikleur en de achteruitgang in verteerbaarheid van het ruw- en werkelijk eiwit en ook een vrij goed verband tussen die broeikleur en de daling van de zetmeelwaarde. Hierdoor waren wij in staat van monsters gebroeid hooi bij benadering de voederwaarde aan te geven.

Voor deze schatting van de voederwaarde wordt eerst met behulp van de formules voor niet-gebroeid hooi (1,2) het theoretische gehalte aan verteerbaar ruw eiwit en de theoretische zetmeelwaarde berekend, welke het hooi zou bezitten als het niet had gebroeid. Vervolgens worden op deze theoretische cijfers de correcties aangebracht in verband met de broeikleur.

Het verband tussen de gemeten broeikleur en de procentuele daling van de voederwaarde ten opzichte van de theoretische voederwaarde van niet-gebroeid hooi berustte bijgevolg op de uitkomsten van de verteringsproeven van slechts 16 partijen hooi.

Om de formules, die dit verband aangeven, beter te funderen, werd besloten nog een aantal hooisoorten, die in verschillende mate hadden gebroeid, op verteerbaarheid te onderzoeken. In dit verslag geven wij de resultaten van dit aanvullende onderzoek.

II. DE ONDERZOCHE HOOISOORTEN

Voor dit onderzoek werden in de winter 1955-'56, wederom in Friesland, 8 partijen hooi van ongeveer 100 kg uitgezocht, die in verschillende mate hadden gebroeid. Van deze partijen, die alle afkomstig waren van het oogstjaar 1955, werd dadelijk bij het uitzoeken een visuele beoordeling gemaakt.

De resultaten van deze beoordeling zijn in het volgende staatje opgenomen.

| | Broeikleur | Reuk | Stof en schimmel |
|---|------------|------|------------------|
| Hooi 7 (d.J.L.) uit Legemeer (zandgrond) | 5½ | 6½ | ½ |
| Hooi 8 (A.D.) uit Dantumawoude(zandgrond) | 3½ | 7½ | 0 |
| Hooi 9 (S.O.) uit Oenkerk (knikklei op veen) | 6½ | 4½ | 2 |
| Hooi 10 (K.R.) uit Roodkerk (veengrond) | 6½ | 4½ | 0 |
| Hooi 11 (F.O.) uit Oenkerk (veengrond) | 2½ | 7½ | 2½ |
| Hooi 12 (F.U.) uit Uitwellingerga (veengrond) | 2½ | 7 | 2 |
| Hooi 13 (M.R.) uit Rijperkerk (veengrond) | 3½ | 8 | ½ |
| Hooi 14 (P.W.) uit Warga (kleigrond) | 4½ | 8 | 2 |

De broeikleur varieerde bij deze monsters van 2½ tot 6½. Vermoedelijk doordat in de monsters weinig of geen schimmel en stof voorkwam, was het cijfer voor de reuk sterk afhankelijk van de broei. Bij de monsters met een broeikleur van 4½ of lager varieerden de cijfers voor de reuk van 7-8. Bij sterkere broeikleur daalde het reukcijfer tot 4½.

Alle partijen hooi werden naar het Rijkslandbouwproefstation voor Veevoeding en Veehouderij te Hoorn gezonden en daar met behulp van proefdieren op verteerbaarheid onderzocht.

III. HET CHEMISCHE ONDERZOEK

Het normale chemische onderzoek, omvattende de bepalingen van droge stof, as, ruwe celstof en ruw- en werkelijk eiwit, werd te Hoorn verricht. De broeikleur-bepaling werd aan het C.I.O. te Wageningen uitgevoerd, omdat dit instituut ook de broeikleur-bepaling van de 16 monsters van het eerste onderzoek verrichtte.

De gewone chemische bepalingen vinden altijd plaats in het voorgedroogde (en daarna gemalen) monster. Alleen de bepaling van de broeikleur vond tot voor kort, dus ook bij het onderzoek van de eerste 16 monsters, plaats in het hooi als zodanig (dus niet voorgedroogd). Daar dit nogal grote praktische bezwaren met zich brengt, heeft men aan het C.I.O. een vergelijkend onderzoek verricht van deze kleurbepaling in wèl en nièt voorgedroogde monsters (3). Men kwam daarbij tot de conclusie, dat deze kleurbepaling in het vervolg zonder bezwaar ook in het gewone, voorgedroogde en gemalen monster kon geschieden.

Dit heeft verder het voordeel, dat ook het kleurcijfer, evenals de andere analyses, uitgedrukt kan worden in de droge stof. Hierdoor wordt tevens de nauwkeurigheid verhoogd, daar de eventuele verschillen in het droge-stofgehalte van de hooisoorten worden geëlimineerd.

Om dit nogmaals na te gaan, hebben bij ons tweede onderzoek, de broeikleur-bepalingen van de monsters zowel in het wèl als in het nièt voorgedroogde monster plaatsgevonden.

De resultaten van dit vergelijkende onderzoek zijn opgenomen in tabel 1, terwijl tevens, ter vergelijking, de uitkomsten van de bepalingen uit Hoorn in deze tabel zijn opgenomen.

TABEL 1. Vergelijking van de broeikleurcijfers, omgerekend op de droge stof

| Partij hooi | Grof of fijn | Niet gedroogd | Wel gedroogd | |
|-------------------|------------------------|------------------|------------------------------|--------------|
| | | | Wageningen | Hoorn |
| 7 (d.J.L.) | grof (<i>coarse</i>) | 196 | 196 | 192 |
| | fijn (<i>fine</i>) | 188 | 190 | 188 |
| 8 (A.D.) | grof | 166 | 161 | 166 |
| | fijn | 178 | 168 | 161 |
| 9 (S.O.) | grof | 260 | 265 | 276 |
| | fijn | 279 | 297 | 302 |
| 10 (K.R.) | grof | 446 | 428 | 445 |
| | fijn | 453 | 430 | 452 |
| 11 (F.O.) | grof | 163 | 157 | 141 |
| | fijn | 179 | 175 | 161 |
| 12 (F.U.) | grof | 137 | 131 | 126 |
| | fijn | 146 | 158 | 140 |
| 13 (M.R.) | grof | 158 | 162 | 156 |
| | fijn | 168 | 170 | 174 |
| 14 (P.W.) | grof | 123 | 123 | 116 |
| | fijn | 145 | 138 | 126 |
| <i>Lot of hay</i> | <i>Coarse or fine</i> | <i>Not dried</i> | <i>Wageningen</i> | <i>Hoorn</i> |
| | | | <i>Dried before grinding</i> | |

TABLE 1. Comparison of heating-colour figures, converted to dry matter

Ook uit deze tabel blijkt duidelijk, dat de droging van het monster geen invloed heeft gehad op de bepaalde broeikleur.

Verder werden in het Bedrijfslaboratorium te Oosterbeek in deze monsters de gehalten aan verteerbaar ruw eiwit met behulp van pepsine en zoutzuur bepaald.

De laatste tijd kreeg het Rijkslandbouwproefstation te Maastricht klachten over de verteerbaarheidscijfers van het eiwit, bepaald met pepsine en zoutzuur, in diverse soorten haringmeel. Buitenlandse instituten vonden unaniem hogere verteringscoëfficiënten dan Maastricht.

Daar de oorzaak van deze afwijking gezocht moet worden in de kwaliteit van de pepsine, zal het Proefstation te Maastricht, ter verkrijging van overeenstemming met de resultaten van de buitenlandse instituten, overgaan tot het gebruik van sterkere pepsine. De toe te voegen hoeveelheid van deze nieuwe pepsine, sterkte 1 : 10 000, zou hierbij teruggebracht kunnen worden tot 0,1 g.

Ook de andere Nederlandse onderzoekingsinstituten op dit gebied zullen ter wille van de uniformiteit van de uitkomsten nu wel met deze sterkere pepsine moeten werken.

In verband daarmee werd bij het tweede onderzoek van de hooisoorten voor de chemische bepaling van de verteerbaarheid van het ruw eiwit zowel de oude als de nieuwe pepsine gebruikt. Op de resultaten van deze verteerbaarheidsbepalingen met pepsine komen wij later terug.

IV. VERTEERBAARHEIDSBEPALINGEN

Voor het verteerbaarheidsonderzoek werd gebruik gemaakt van schapen (hamels). Elk hooimonster werd met drie proefdieren onderzocht.

Alvorens het hooi aan de schapen te voeren werd het gehakseld en gehomogeniseerd. Om het gehakselde hooi homogeen te kunnen mengen werd het in twee fracties uitgezeefd, nl. in een grover en een fijner gedeelte. Deze fracties werden daarna elk afzonderlijk goed gemengd. Door weging werd het percentage van elk der fracties bepaald om later de dagrantsoenen voor de schapen weer in dezelfde verhouding te kunnen samenstellen. De dagrantsoenen bestonden, al naar de eetlust, uit 1000, 1100 of 1200 g hooi. Naast het hooi werden geen andere voedermiddelen toegediend, uitgezonderd 5 g keukenzout per dier per dag.

TABEL 2. Samenstelling der droge stof (%) en verteringscoëfficiënten van hooi

| | Droge stof | Organische stof | Ruw eiwit | Overige koolhydraten + vet | Ruwe celstof | As | Werkelijk eiwit | Broekleur | |
|--------------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------|------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|
| Hooi 7 (d.J.L.) V 415 | | | | | | | | | <i>Hay 7</i> |
| Samenstelling | 85,58 | | 14,57 | 45,86 | 28,98 | 10,59 | 10,62 | 195 | <i>Composition</i> |
| Verteringscoëfficiënten: | | | | | | | | | <i>Digestion coefficients:</i> |
| Hamel P | 60,8 | 64,8 | 44,6 | 63,3 | 77,4 | 26,8 | 38,1 | | <i>Wether P</i> |
| Hamel Q | 60,8 | 64,2 | 44,5 | 62,6 | 76,6 | 32,0 | 35,3 | | <i>Wether Q</i> |
| Hamel R | 65,1 | 67,3 | 45,8 | 65,6 | 80,8 | 46,9 | 38,5 | | <i>Wether R</i> |
| Gemiddeld | 62,2 | 65,4 | 45,0 | 63,8 | 78,3 | 35,2 | 37,3 | | <i>Average</i> |
| Hooi 8 (A.D.) V 420 | | | | | | | | | <i>Hay 8</i> |
| Samenstelling | 85,63 | | 17,22 | 43,97 | 28,91 | 9,90 | 13,38 | 162 | <i>Composition</i> |
| Verteringscoëfficiënten: | | | | | | | | | <i>Digestion coefficients:</i> |
| Hamel G | 61,3 | 63,1 | 56,6 | 60,0 | 71,9 | 45,0 | 49,6 | | <i>Wether G</i> |
| Hamel H | 61,4 | 63,3 | 56,3 | 60,7 | 71,4 | 43,8 | 51,4 | | <i>Wether H</i> |
| Hamel I | 60,0 | 61,6 | 54,0 | 58,6 | 70,8 | 44,9 | 48,1 | | <i>Wether I</i> |
| Gemiddeld | 60,9 | 62,7 | 55,6 | 59,8 | 71,4 | 44,6 | 49,7 | | <i>Average</i> |
| Hooi 9 (S.O.) V 421 | | | | | | | | | <i>Hay 9</i> |
| Samenstelling | 86,98 | | 14,32 | 47,31 | 29,34 | 9,03 | 12,03 | 271 | <i>Composition</i> |
| Verteringscoëfficiënten: | | | | | | | | | <i>Digestion coefficients:</i> |
| Hamel J | 54,2 | 57,4 | 24,8 | 57,9 | 72,5 | 21,8 | 13,4 | | <i>Wether J</i> |
| Hamel K | 56,1 | 58,5 | 23,8 | 58,5 | 75,4 | 31,6 | 15,5 | | <i>Wether K</i> |
| Hamel L | 57,2 | 60,3 | 26,0 | 60,8 | 76,4 | 25,8 | 20,3 | | <i>Wether L</i> |
| Gemiddeld | 55,8 | 58,7 | 24,9 | 59,1 | 74,8 | 26,4 | 16,4 | | <i>Average</i> |
| Hooi 10 (K.R.) V 422 | | | | | | | | | <i>Hay 10</i> |
| Samenstelling | 79,80 | | 17,83 | 46,66 | 25,61 | 9,89 | 13,10 | 428 | <i>Composition</i> |
| Verteringscoëfficiënten: | | | | | | | | | <i>Digestion coefficients:</i> |
| Hamel M | 51,4 | 52,4 | 19,1 | 56,7 | 67,5 | 42,3 | 2,8 | | <i>Wether M</i> |
| Hamel N | 49,6 | 50,5 | 19,5 | 54,8 | 64,1 | 41,1 | 3,8 | | <i>Wether N</i> |
| Hamel O | 52,3 | 53,2 | 21,2 | 58,9 | 65,0 | 44,7 | 6,2 | | <i>Wether O</i> |
| Gemiddeld | 51,1 | 52,0 | 19,9 | 56,8 | 63,5 | 42,7 | 4,3 | | <i>Average</i> |
| | <i>Dry matter</i> | <i>Organic matter</i> | <i>Crude protein</i> | <i>N-free fat extract +</i> | <i>Crude fibre</i> | <i>Ash</i> | <i>True protein</i> | <i>Heating colour</i> | |

TABEL 2. *Composition of the dry matter (%) and digestion coefficients of hay*

Elke verteringsproef bestond uit een hoofdperiode van 10 dagen, voorafgegaan door een voorperiode van eveneens 10 dagen.

De resultaten van deze verteringsproeven zijn vermeld in de tabellen 2 en 3.

TABEL 3. Samenstelling der droge stof (%) en verteringscoëfficiënten van hooi

| | Droge stof | Organische stof | Ruw eiwit | Overige koolhydraten + vet | Ruwe celstof | As | Werkelijk eiwit | Broeikleur | |
|--------------------------|-------------------|-----------------------|----------------------|-----------------------------|--------------------|------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------|
| | <i>Dry matter</i> | <i>Organic matter</i> | <i>Crude protein</i> | <i>N-free extract + fat</i> | <i>Crude fibre</i> | <i>Ash</i> | <i>True protein</i> | <i>Heating colour</i> | |
| Hooi 11 (F.O.) V 428 | | | | | | | | | <i>Hay 11</i> |
| Samenstelling | 88,23 | | 12,79 | 46,08 | 31,60 | 9,53 | 9,93 | 160 | <i>Composition</i> |
| Verteringscoëfficiënten: | | | | | | | | | <i>Digestion coefficients:</i> |
| Hamel J | 63,0 | 66,1 | 52,6 | 63,2 | 75,7 | 33,5 | 44,5 | | <i>Wether J</i> |
| Hamel K | 64,0 | 66,6 | 53,2 | 63,5 | 76,6 | 39,4 | 42,1 | | <i>Wether K</i> |
| Hamel L | 61,3 | 64,5 | 49,4 | 61,7 | 74,7 | 30,8 | 39,4 | | <i>Wether L</i> |
| Gemiddeld | 62,8 | 65,7 | 51,7 | 62,8 | 75,7 | 34,6 | 42,0 | | <i>Average</i> |
| Hooi 12 (F.U.) V 429 | | | | | | | | | <i>Hay 12</i> |
| Samenstelling | 89,46 | | 12,47 | 46,27 | 32,06 | 9,20 | 10,90 | 136 | <i>Composition</i> |
| Verteringscoëfficiënten: | | | | | | | | | <i>Digestion coefficients:</i> |
| Hamel P | 57,6 | 61,0 | 51,4 | 57,5 | 69,9 | 24,4 | 48,2 | | <i>Wether P</i> |
| Hamel Q | 59,0 | 62,4 | 52,0 | 59,3 | 71,0 | 25,2 | 49,4 | | <i>Wether Q</i> |
| Hamel R | 58,5 | 61,5 | 49,8 | 57,9 | 71,4 | 28,6 | 47,1 | | <i>Wether R</i> |
| Gemiddeld | 58,4 | 61,6 | 51,1 | 58,2 | 70,8 | 26,1 | 48,2 | | <i>Average</i> |
| Hooi 13 (M.R.) V 442 | | | | | | | | | <i>Hay 13</i> |
| Samenstelling | 88,47 | | 14,48 | 46,65 | 31,23 | 7,64 | 11,09 | 163 | <i>Composition</i> |
| Verteringscoëfficiënten: | | | | | | | | | <i>Digestion coefficients:</i> |
| Hamel M | 58,9 | 60,7 | 50,7 | 57,5 | 70,2 | 36,4 | 44,8 | | <i>Wether M</i> |
| Hamel N | 58,4 | 60,0 | 52,2 | 57,9 | 66,7 | 38,3 | 46,2 | | <i>Wether N</i> |
| Hamel O | 63,6 | 65,6 | 55,5 | 61,7 | 76,1 | 39,2 | 48,7 | | <i>Wether O</i> |
| Gemiddeld | 60,3 | 62,1 | 52,8 | 59,0 | 71,0 | 38,0 | 46,6 | | <i>Average</i> |
| Hooi 14 (P.W.) V 444 | | | | | | | | | <i>Hay 14</i> |
| Samenstelling | 88,43 | | 14,96 | 42,49 | 32,62 | 9,93 | 11,63 | 126 | <i>Composition</i> |
| Verteringscoëfficiënten: | | | | | | | | | <i>Digestion coefficients:</i> |
| Hamel G | 57,2 | 59,6 | 51,6 | 53,8 | 71,0 | 35,5 | 42,6 | | <i>Wether G</i> |
| Hamel H | 58,1 | 60,5 | 52,2 | 55,2 | 71,2 | 36,1 | 43,9 | | <i>Wether H</i> |
| Hamel I | 56,0 | 58,2 | 50,8 | 52,3 | 69,2 | 36,5 | 42,0 | | <i>Wether I</i> |
| Gemiddeld | 57,1 | 59,4 | 51,5 | 53,8 | 70,5 | 36,0 | 42,8 | | <i>Average</i> |

TABEL 3. *Composition of the dry matter (%) and digestion coefficients of hay*

In deze tabellen is tevens opgenomen de broeikleur, die door het CILO in het gedroogde en gemalen monster is gevonden.

Reeds dadelijk valt op, dat er ook bij deze hoisoorten een verband bestaat tussen deze broeikleur en de verteringscoëfficiënten van het eiwit. Bij de niet- en lichtgebroeide monsters varieerden de verteringscoëfficiënten van het ruw eiwit van 51,1 tot 55,6; bij het matig-gebroeide monster waren ze gedaald tot 45 en bij de zwaar-gebroeide monsters tot 20 en 25. Eenzelfde beeld werd gevonden bij de verteringscoëfficiënten van het werkelijk eiwit.

V. DE VOEDERWAARDE

Met behulp van de verteringscoëfficiënten en de chemische samenstelling uit de tabellen 2 en 3 werden de gehalten aan *verteerbaar ruw eiwit*, de gehalten aan *verteerbaar werkelijk eiwit* en de *zetmeelwaarden* berekend. Deze voederwaardecijfers zijn opgenomen in tabel 4.

TABEL 4. Voederwaarde van de droge stof van de hooisoorten

| Partij hooi | Verteerbaar ruw eiwit (%) | Verteerbaar werkelijk eiwit (%) | Zetmeelwaarde |
|-------------------|---|--|--------------------------|
| 7 (d.J.L.) | 6,56 | 3,96 | 41,3 |
| 8 (A.D.) | 9,57 | 6,65 | 39,2 |
| 9 (S.O.) | 3,57 | 1,97 | 36,2 |
| 10 (K.R.) | 3,55 | 0,56 | 31,8 |
| 11 (F.O.) | 6,61 | 4,17 | 40,7 |
| 12 (F.U.) | 6,37 | 5,25 | 37,0 |
| 13 (M.R.) | 7,65 | 5,17 | 38,8 |
| 14 (P.W.) | 7,70 | 4,98 | 34,2 |
| <i>Lot of hay</i> | <i>Digestible crude protein (%)</i> | <i>Digestible true protein (%)</i> | <i>Starch equivalent</i> |

TABEL 4. Feeding value of the dry matter of the different lots of hay

Bij het verteerbaar eiwit zien wij, dat de gehalten bij de beide sterk gebroeide hooisoorten (3,6%) aanzienlijk lager liggen dan bij de overige hooisoorten. Bij deze laatste varieert het vre-gehalte van 6,4 tot 9,6%.

Bij het werkelijk eiwit is de invloed van de broei nog duidelijker te constateren. Partij 10 bevatte in de droge stof slechts 0,6% vert. werkelijk eiwit en partij 9 nog geen 2%. Hier is ook het matig-gebroeide hooi (no 7) met nog geen 4% vwe beneden de rest gebleven.

Bij de zetmeelwaarde is, mede door verschil in ruwe-celstofgehalte, de invloed van de broei het minst duidelijk. Alleen partij 10 heeft ondanks het gunstigste ruwe-celstofgehalte toch nog de laagste zetmeelwaarde (31,8). Bij de overige hooisoorten varieerden de zetmeelwaarden in de droge stof van 34,2 tot 41,3.

VI. BEREKENING VAN DE VOEDERWAARDE MET BEHULP VAN DE BROEIKLEUR

Zoals in onze vorige publikatie (2) reeds is uiteengezet, kan men de voederwaarde van gebroeid hooi als volgt berekenen. Aan de hand van de analyses wordt met behulp van de formules voor niët-gebroeid hooi de theoretische voederwaarde berekend, die het hooi zou hebben gehad, wanneer het niet gebroeid had.

Voor het wel-gebroeide hooi moesten bijgevolg op deze theoretische cijfers correcties worden aangebracht. Er bleek een goed verband te bestaan tussen de grootte van deze correcties en de broeikleur.

In de vorige publikatie werd dit verband vastgelegd in regressieformules. Wij zullen nu nagaan in hoeverre de cijfers van dit nieuwe onderzoek bij de vroeger gevonden regressielijnen aansluiten. Wij zullen daarvoor ook nu weer moeten berekenen hoeveel de voederwaarde ten opzichte van de theoretische is teruggelopen.

Om de verschillen in asghalte te elimineren en om bovendien de becijferingen gemakkelijker te maken zijn de analyse- en voederwaardecijfers omgerekend op de organische stof.

De aldus verkregen uitkomsten zijn vermeld in tabel 5.

TABEL 5. Het cijfermateriaal omgerekend in procenten van de organische stof

| Hooisoort | Ruw eiwit | Werkelijk eiwit | Ruwe celstof | Verteerbaar ruw eiwit | | | Verteerbaar werkelijk eiwit | | | Zetmeelwaarde | | |
|-------------|---------------|-----------------|--------------|--------------------------|------------|--|-----------------------------|------------|--|-------------------|------------|--|
| | | | | Gevonden | Berekend | Vershil (%) ten opzichte van de berekende waarde | Gevonden | Berekend | Vershil (%) ten opzichte van de berekende waarde | Gevonden | Berekend | Vershil (%) ten opzichte van de berekende waarde |
| 7 (d.J.L.) | 16,30 | 11,88 | 32,41 | 7,34 | 9,69 | -24,3 | 4,43 | 6,11 | -27,5 | 46,2 | 46,4 | - 0,4 |
| 8 (A.D.) | 19,11 | 14,85 | 32,09 | 10,63 | 11,96 | -11,1 | 7,38 | 8,38 | -11,9 | 43,5 | 46,9 | - 7,2 |
| 9 (S.O.) | 15,74 | 13,22 | 32,25 | 3,92 | 9,24 | -57,6 | 2,17 | 7,14 | -69,6 | 39,8 | 46,7 | -14,8 |
| 10 (K.R.) | 19,79 | 14,54 | 28,42 | 3,94 | 12,51 | -68,5 | 0,63 | 8,14 | -92,3 | 35,2 | 53,1 | -33,7 |
| 11 (F.O.) | 14,14 | 10,98 | 34,93 | 7,31 | 7,94 | - 7,9 | 4,61 | 5,42 | -14,9 | 45,0 | 42,2 | +6,6 |
| 12 (F.U.) | 13,73 | 12,00 | 35,31 | 7,02 | 7,61 | - 7,8 | 5,78 | 6,20 | - 6,8 | 40,8 | 41,6 | - 1,9 |
| 13 (M.R.) | 15,68 | 12,01 | 33,81 | 8,28 | 9,19 | - 9,9 | 5,60 | 6,21 | - 9,8 | 42,0 | 44,1 | - 4,8 |
| 14 (P.W.) | 16,61 | 12,91 | 36,22 | 8,55 | 9,94 | -14,0 | 5,53 | 6,90 | -19,9 | 38,0 | 40,1 | - 5,2 |
| Lots of hay | Crude protein | True protein | Crude fibre | Determined | Calculated | Difference (%) | Determined | Calculated | Difference (%) | Determined | Calculated | Difference (%) |
| | | | | Digestible crude protein | | | Digestible true protein | | | Starch equivalent | | |

TABEL 5. All data converted to percentages of the organic matter + = toename (increase)
- = afname (decrease)

In deze tabel zijn ook de theoretisch berekende gehalten aan vert. ruw eiwit en vert. werkelijk eiwit en de theoretisch berekende zetmeelwaarden opgenomen.

Voor de berekening van het gehalte aan vert. ruw eiwit werd gebruik gemaakt van de formule:

$$v = 0,809 (x - 14) + 7,83,$$

waarin v = gehalte aan vert. ruw eiwit en x = gehalte aan ruw eiwit, beide in de organische stof.

Voor de berekening van het gehalte aan vert. werkelijk eiwit gebruikten wij de formule:

$$v_w = 0,764 (x_w - 11) + 5,44,$$

waarin v_w = gehalte aan vert. werkelijk eiwit en x_w = gehalte aan werkelijk eiwit, beide in de organische stof.

De theoretische zetmeelwaarde werd berekend met de formule:

$$Z = -1,666 (y - 35) + 42,10,$$

waarin Z = zetmeelwaarde en y = gehalte aan ruwe celstof, beide in de organische stof.

Ten slotte zijn in tabel 5 nog opgenomen de percentages, die de daling aangeven van de gehalten aan vert. ruw- en vert. werkelijk eiwit en de zetmeelwaarden ten opzichte van de theoretisch berekende waarden.

1. BENADERING VAN HET GEHALTE AAN VERTEERBAAR RUW EIWIT

In fig. 1 is het verband aangegeven tussen de procentuële correcties van het gehalte aan vert. ruw eiwit en de broeikleur, omgerekend op de droge stof.

Daar kort geleden besloten werd in het vervolg de broeikleur op te geven in de droge stof, was het noodzakelijk de gegevens uit onze vorige publikatie ook om te rekenen op de droge stof. Dit is onlangs aan het CILO uitgevoerd (3). Vanzelfsprekend veranderden daardoor ook de formules van de verschillende daarop betrekking hebbende regressielijnen.

Zoals uit fig. 1 blijkt, passen de gegevens van het nieuwe onderzoek zeer goed bij de vroeger gevonden cijfers.

De in de figuur voluit getrokken kromme heeft betrekking op de uitkomsten van 24 verteringsproeven (16 uit de eerste proef + 8 nieuwe).

De formule hiervan is:

$$D_r = -0,0004988b'^2 + 0,5457b' - 62,79,$$

waarin D_r = de procentuele correctie van het gehalte aan vert. ruw eiwit en b' = de broeikleur in de droge stof.

Volgens deze formule blijkt de correctie van het vre-gehalte nul te worden bij een broeikleur in de droge stof van 131.

2. BENADERING VAN HET GEHALTE AAN VERTEERBAAR WERKELIJK EIWIT

Volledigheidshalve hebben wij ook nu weer het werkelijk eiwit in het onderzoek betrokken.

Ook uit deze figuur blijkt dat de gegevens uit het nieuwe onderzoek zeer goed bij de vroeger gevonden cijfers aansluiten.

FIG. 2. Verband tussen de broeikleur in de droge stof (horizontale as) en de procentuele correcties van het berekende verteerbaar-werkelijk-eiwitgehalte (vertikale as) bij de verschillende partijen hooi

De tekens hebben dezelfde betekenis als in fig. 1.

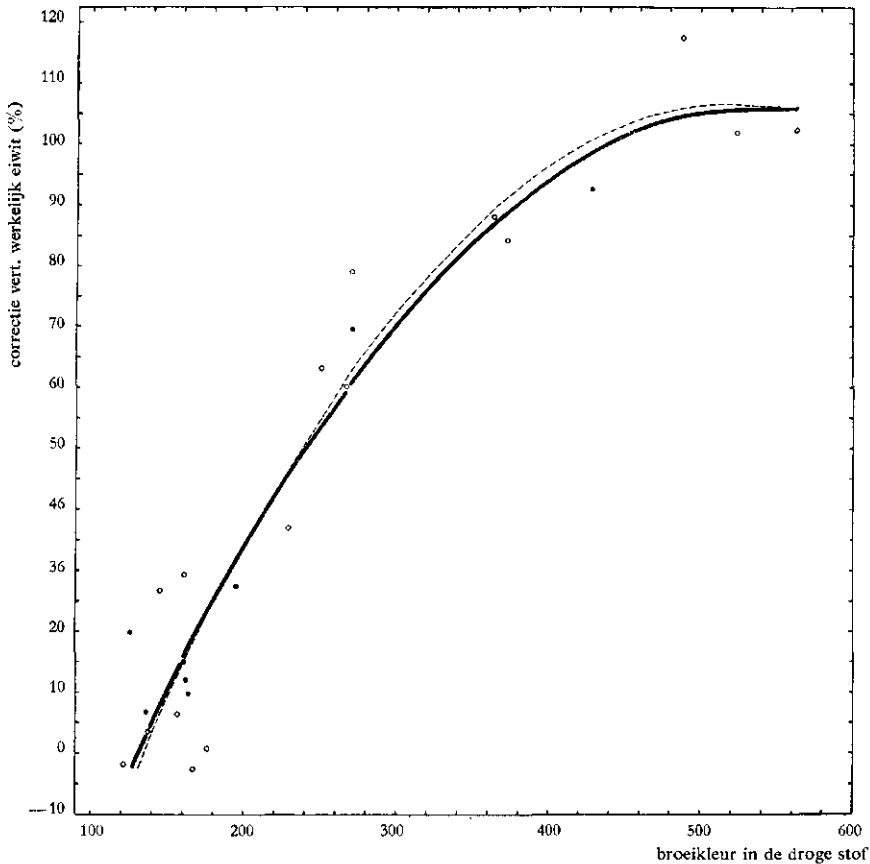


FIG. 2. Correlation between the heating-colour in the dry matter (horizontal axis) and the percentual corrections of the calculated digestible true protein percentage (vertical axis) in the various lots of hay

The different marks have the same meaning as in fig. 1.

De in de figuur voluit getrokken kromme, die betrekking heeft op de resultaten van alle 24 verteringsproeven, heeft tot formule:

$$D_w = -0,0006365b'^2 + 0,6820b' - 76,60,$$

waarin D_w = de procentuele correctie van het gehalte aan vert. werkelijk eiwit en b' = de broeikleur in de droge stof.

Volgens deze formule blijkt de correctie van het vert. werkelijk-eiwitgehalte nul te worden bij een broeikleur in de droge stof van 128. Verder stijgt de correctie van het verteerbaar werkelijk-eiwitgehalte bij een broeikleur in de droge stof van ongeveer 440 reeds boven de 100%. Dit houdt dus in, dat bij nog sterkere broei het gehalte aan vert. werkelijk eiwit van hooi negatief wordt, of, anders gezegd, dat er meer werkelijk eiwit met de mest uit het lichaam verdwijnt dan er met het hooi aan wordt toegevoegd.

3. BENADERING VAN DE ZETMEELWAARDE

Vanzelfsprekend kreeg de in onze eerste publikatie vermelde lijn een ander verloop, doordat de broeikleur van de 16 hooisoorten, waarop hij berustte, werd omgerekend op de droge stof.

De formule van deze lijn werd door die verandering:

$$D_z = 0,1057b' - 13,74,$$

waarin D_z = de procentuele correctie van de zetmeelwaarde en b' = de broeikleur in de droge stof.

FIG. 3. Verband tussen de broeikleur in de droge stof (horizontale as) en de procentuele correcties van de berekende zetmeelwaarde (vertikale as) bij de verschillende partijen hooi

● nieuwe gegevens

○ gegevens uit de eerste proef

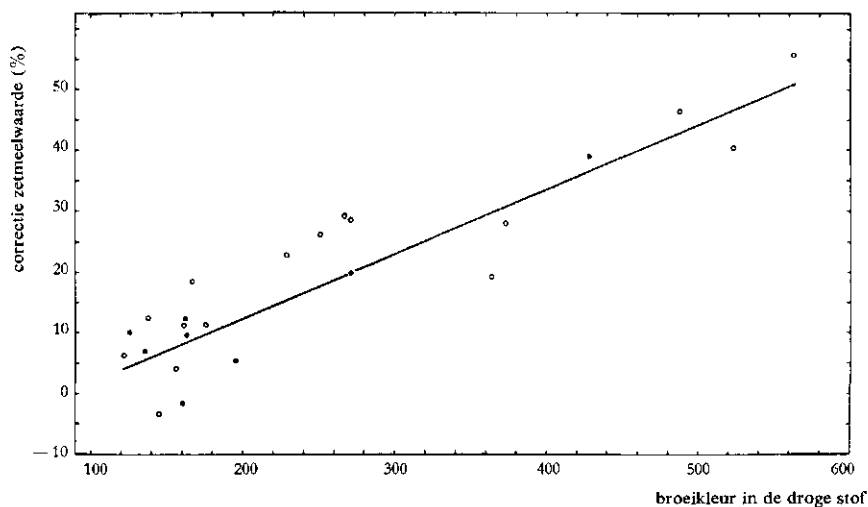


FIG. 3. Correlation between heating-colour in the dry matter (horizontal axis) and the percentual corrections of the calculated starch equivalent (vertical axis) in the various lots of hay

● new data

○ data from the first experiment

Deze lijn werd afgeleid uit de evenwijdige regressielijnen, die voor de afzonderlijke hooiklampen werden berekend. Daar uit de figuren 1 en 2 was af te leiden, dat bij een broeikleur in de droge stof van ongeveer 130 de verteerbaarheid van het eiwit nog niet was beïnvloed, hebben wij de lijn zodanig verschoven, dat bij een broeikleur in de droge stof van 130 de correctie van de zetmeelwaarde nul werd.

Doordat wij bij ons nieuwe onderzoek te maken hadden met 8 hooisoorten, die alle uit andere klampen kwamen, kon deze berekeningswijze hierop niet worden toegepast. Wij hebben daarom de hierboven vermelde lijn, die dus berekend is uit de resultaten van het eerste onderzoek, in fig. 3 getekend en vervolgens nagegaan, hoe goed de nieuwe punten bij deze lijn aansluiten. Zoals uit de fig. blijkt, was het resultaat bevredigend, daar speciaal de punten, waar het om ging, zeer goed bij de lijn aansloten. Dit zijn de punten, die betrekking hebben op het zwaar gebroeide hooi, daar bij dergelijk hooi de zetmeelwaarde een duidelijke correctie moet ondergaan, terwijl dit voor weinig of niet gebroeid hooi niet nodig is.

De algemene berekening voor de zetmeelwaarde, gegeven in de voorafgaande publikatie, blijft verder onveranderd:

$$Z' \text{ (gebroeid)} = \frac{100 - D_z}{100} \left\{ -1,666 (y' - 32) - 1,004 (m' - 9) + 38,06 \right\},$$

waarin: Z' = zetmeelwaarde in de droge stof,

y' = ruwe-celstofgehalte in de droge stof,

m' = asgehalte in de droge stof.

VII. VERGELIJKING VAN DE CHEMISCH BEPAALDE GEHALTEN AAN VERTEERBAAR RUW EIWIT MET DE BIJ DIERPROEVEN GEVONDEN WAARDEN

Tot slot hebben wij de gehalten aan verteerbaar ruw eiwit, die aan het Bedrijfs-laboratorium te Oosterbeek langs chemische weg met behulp van de beide eerder genoemde soorten pepsine zijn bepaald, vergeleken met de waarden, die aan het Rijks-landbouwproefstation te Hoorn zijn verkregen met proefdieren.

De resultaten van deze vergelijking zijn opgenomen in tabel 6.

Bij onze eerste proef meenden wij het verband tussen de broeikleur en de verschillen tussen de gehalten aan vre (pepsine) en vre (herkauwers) te kunnen weergeven met een kromme lijn met een minimum. Wij hebben toen echter reeds opgemerkt, dat dit verband niet erg vaststond, daar de spreiding van de punten rond de lijn in het algemeen vrij groot was. Wel bleek duidelijk, dat het verschil bij sterke broei het grootst was.

Dit laatste werd ook nu gevonden. Bij het monster met broeikleur 428 was het verschil zowel met oude als nieuwe pepsine ongeveer 3%.

Bij de overige cijfers zagen wij geen verband. Wel konden wij constateren, dat de vroeger aangenomen correctiefactor van 1,8% om vre (pepsine) te herleiden tot vre (herkauwers) tenminste voor deze monsters aan de hoge kant was.

Wanneer wij het hier vermelde, sterk gebroeide monster buiten beschouwing laten, vinden wij, dat de met de *nieuwe pepsine* bepaalde vre-gehalten bij deze hooi-soorten gemiddeld ongeveer 1,2% te hoog liggen. De afwijkingen van dit gemiddelde gehalte zijn echter vrij groot.

Door deze proef zijn wij nog versterkt in onze mening, dat de berekening van het vre-gehalte van gebroeid hooi met gebruikmaking van de formule de voorkeur verdient boven de bepaling met behulp van pepsine en zoutzuur.

TABEL 6. Vergelijking van de chemisch en met behulp van proef dieren bepaalde gehalten aan verteerbaar ruw eiwit

| Hooisoort | Verteerbaar ruw eiwit in de droge stof(%) | | | | | | Broekleur in de droge stof |
|-------------------|---|---|------------|-------------------|------------|---|-------------------------------|
| | Bepaald met proef dieren | Bepaald met pepsine + HCl | | Verschil | | Broekleur in de droge stof | |
| | | oud | nieuw | oud | nieuw | | |
| 7 | 6,56 | 6,72 | 7,46 | 0,16 | 0,90 | 195 | |
| 8 | 9,57 | 9,23 | 10,83 | — 0,34 | 1,26 | 162 | |
| 9 | 3,57 | 4,53 | 4,81 | 0,96 | 1,24 | 271 | |
| 10 | 3,55 | 6,47 | 6,58 | 2,92 | 3,03 | 428 | |
| 11 | 6,61 | 7,78 | 8,39 | 1,17 | 1,78 | 160 | |
| 12 | 6,37 | 6,01 | 7,06 | — 0,36 | 0,69 | 136 | |
| 13 | 7,65 | 9,27 | 10,06 | 1,62 | 2,41 | 163 | |
| 14 | 7,70 | 7,09 | 8,09 | — 0,61 | 0,39 | 126 | |
| <i>Lot of hay</i> | <i>Determined with wethers</i> | <i>old</i> | <i>new</i> | <i>old</i> | <i>new</i> | <i>Heating-colour in the dry matter</i> | |
| | | <i>Determined with pepsin</i> | | <i>Difference</i> | | | |
| | | <i>Digestible crude protein in the dry matter (%)</i> | | | | | |

TABEL 6. Comparison of the dig. crude protein percentages, determined with pepsin + HCl, with those determined by use of wethers

SAMENVATTING

In 1955 brachten wij verslag uit over een onderzoek naar de voederwaarde van gebroeid hooi (2). Bij dat onderzoek vonden wij een zeer goed verband tussen de gemeten broeikleur en de achteruitgang in verteerbaarheid van het ruw- en het werkelijk eiwit en een vrij goed verband tussen die broeikleur en de daling van de zetmeelwaarde. Hierdoor konden wij van monsters gebroeid hooi de voederwaarde benaderen. Ons nieuwe onderzoek nu had ten doel de resultaten van het eerste onderzoek aan te vullen en de daarin vermelde formules beter te funderen.

Hiervoor werden 8 partijen hooi uit Friesland, die in verschillende mate hadden gebroeid, aan het Rijkslandbouwproefstation te Hoorn met behulp van hamels op verteerbaarheid onderzocht.

De resultaten van de verteringsproeven zijn opgenomen in de tabellen 2 en 3. De met behulp van deze verteringscoëfficiënten berekende voederwaardecijfers zijn opgenomen in tabel 4.

Om de voederwaarde van gebroeid hooi zo goed mogelijk te kunnen benaderen, werden ook nu weer eerst met behulp van de formules voor niet-gebroeid hooi de theoretische gehalten aan verteerbaar ruw- en werkelijk eiwit en de theoretische zetmeelwaarde berekend, welke de hooisoorten zouden bezitten als ze niet hadden gebroeid. Vervolgens werd de procentuele daling van de gevonden voederwaarde ten opzichte van deze theoretische cijfers berekend (tabel 5).

Het verband tussen de broeikleur (thans omgerekend op de droge stof) en de procentuele daling van het gehalte aan vert. ruw eiwit is weergegeven in fig. 1. De gegevens van het nieuwe onderzoek sluiten zeer goed aan bij de vroeger gevonden cijfers. Ditzelfde geldt voor het verband tussen de broeikleur en de daling van het verteerbaar-werkelijk-eiwitgehalte (fig. 2) en tussen de broeikleur en de daling van de zetmeelwaarde (fig. 3).

Daar in de eerste publikatie de broeikleur niet was omgerekend op de droge stof, verschillen de formules voor de nieuwe regressielijnen uit deze 3 figuren enigszins van de vroegere formules.

Het verschil tussen de gehalten aan verteerbaar ruw eiwit, bepaald met pepsine en zoutzuur, en de gehalten, bepaald met proefdieren, bleek ook nu weer voor sterk gebroeid hooi zeer groot te zijn. Voor de overige hooisoorten bleken de verschillen sterk te variëren.

SUMMARY
THE FEEDING VALUE OF HEATED HAY
II

Two years ago we reported on a research into the feeding value of heated hay (2). This investigation revealed a very good correlation between the colour of the heated hay and the decrease in digestibility of the crude and true protein, and a rather good correlation between that colour and the decrease of the starch equivalent. This enabled us to estimate roughly the feeding value of samples of heated hay. In our new inquiry we intended to supplement the results of our first research, and to fund the formulae mentioned in that paper on a wider base.

To this end 8 lots of more or less heated hay were sent to the Agr. Exp. Sta. at Hoorn, where its digestibility was determined by using wethers.

The results of the digestibility trials are mentioned in the tables 2 and 3. The feeding value figures, calculated with the use of the digestion coefficients, are mentioned in table 4.

In order to estimate the feeding value of heated hay, we first calculated on the basis of the formulae for non-heated hay, the theoretical digestible crude and true protein contents and the theoretical starch equivalent which the hay would contain if it had not been heated. Then we calculated the percentage of the decrease of the feeding value with regard to these theoretical values (table 5).

The correlation between the heating-colour (now calculated on a dry matter basis) and the percentage of the decrease of the dig. crude protein content is given in fig. 1. The results of the new inquiry well fit with the figures of our former research. This also holds good for the correlation between heating-colour and decrease of the digestible true protein content (fig. 2) and between heating-colour and decrease of the starch equivalent (fig. 3).

As in our first paper the heating-colour was not converted into dry matter, the formulae of the new regression lines drawn in these 3 diagrams differ somewhat from the former formulae.

The differences between the dig. crude protein content determined with pepsin + HCl and those, determined by using wethers, again proved to be very considerable in case the hay was badly heated. For the other lots of hay these differences were not constant, but varied markedly.

LITERATUUR

- (1) DIJKSTRA, N. D., Wat deed het Rijkslandbouwproefstation te Hoorn voor het onderzoek omtrent de voederwaarde van ruwvoeder? *De veevoeding in nieuwe banen. Landbouw* 13 (1951).
DIJKSTRA, N. D., What has the State Agricultural Experiment Station at Hoorn contributed to research into the feeding value of roughage? *Netherlands Journ. of Agr. Sci.* 2 (1954) 273; *Jaarverslag Proefzuivelboerderij* (1954).
- (2) DIJKSTRA, N. D. EN D. VAN DER SCHAAF, Onderzoek naar de voederwaarde van gebroeid hooi. *Versl. landbouwk. Onderz.* 61.15 (1955); *Jaarverslag Proefzuivelboerderij* (1955).
- (3) KAPELLE, D., H. J. IMMINK EN W. B. DEYS, Aanvullend onderzoek naar de voederwaarde van gebroeid grashooi. *Gestencilde Mededelingen C.I.L.O.* 8 (1956).