CENTRAAL INSTITUUT VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK
WAGENINGEN

Gestencilde Mededelingen
Jaargang 1955
nr 8

DE BENADERING VAN DE VOEDERWAARDE VAN GEBROEID HOOI OP GROND VAN CHEMISCH ONDERZOEK

Dr W.B. Deijs en Ir S. Bosch

I. INLEIDING

In een vroegere publicatie over de berekening van de voederwaarde van ruwvoedermiddelen op grond van de chemische analyse (Gestencilde Meded. van het C.I.L.O. nr 11, jaargang 1950) vermeldden D. KAPPELLE en W.B. DEIJS op p.7 het volgende over de berekening van het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit en de zetmeelwaarde van gebroeid hooi:

"Bij matig of sterk gebroeid hooi en ander abnormaal hooi wordt het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit (runderen) verkregen door het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit (pepsine-HCl) in de droge stof te verminderen met 1,8.

Voor zwaar gebroeid hooi kan door gebrek aan dierproeven geen betrekking voor de zetmeelwaarde en de ruwe celstof worden vastgesteld. Dit brengt mede, dat een zetmeelwaardeberekening zeer twijfelachtig wordt".

Het was dus tot nu toe niet mogelijk van gebroeid hooi op een enigszins betrouwbare wijze de zetmeelwaarde op grond van chemisch onderzoek te berekenen. Bovendien is de bovengenoemde berekeningswijze voor het verteerbaar ruw eiwit (runderen) met behulp van de aftrek van 1,8 van het verteerbaar ruw eiwit (peps.-HCl) slechts een zeer ruwe benadering van de meest juiste waarde.

Ten einde deze leemten bij de berekening van de voederwaarde van gebroeid hooi zo goed mogelijk aan te vullen, werden in 1952 en 1953 door Dr N.D. DIJKSTRA van het Rijkslandbouwproefstation te Hoorn in samenwerking met Ir D. VAN DER SCHAAF van het C.I.L.O. onderzoekingen verricht.

Drie punten hadden daarbij de bijzondere aandacht:

1. De door de broei veroorzaakte kwalitatieve verandering van de voederwaarde van het hooi.
2. De vraag, of de bij verteringsproeven gevonden voederwaarde met behulp van laboratoriummethoden kan worden benaderd.
3. Het zoeken naar een objectieve maatstaf voor de beoordeling van de mate van broei.

Een verslag van de resultaten van dit onderzoek is door N.D. DIJKSTRA en D. VAN DER SCHAAF samengesteld ter publicatie in "Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen" (ter perse).

Nadere bijzonderheden over een objectieve maatstaf voor de beoordeling van de mate van broei worden door D.VAN DER SCHAAF, W.B. DEIJS en S. BOSCH gepubliceerd in het Jaarverslag van het C.I.L.O. over 1954 (ter perse).

In de volgende Hoofdstukken zullen wij in het kort de methoden aangeven voor de berekening van de voederwaarde van gebroeid hooi. De daarbij gebruikte gegevens zijn ontleend aan de bovenvermelde publicaties.

II. DE METING VAN DE KLEUR VAN GEBROEID HOOI

Ten einde de mate van broei op een objectieve wijze in een cijfer vast te leggen, wordt het volgende voorschrift gevolgd:

1 g van het gemalen of fijngeknipte hooi wordt met 100 ml van een natriumcarbonaat-oplossing (5%) gedurende 5 minuten gekookt aan een terugvloeikoeler. Na afkoeling wordt het extract gefiltreerd en daarna met 4 delen water verdund. Van

deze verdunde oplossing wordt bij 540 mμ en een spleetwijdte van 0,03 mm de optische dichtheid (D = -log van de transmissie) bepaald ten opzichte van een blanco oplossing (natriumcarbonaat 1%) met behulp van een Beckman DU spectrophotometer (cuvette 1 cm). De aldus bepaalde optische dichtheid van bovengenoemde oplossing, vermenigvuldigd met 1000, wordt de broeikleur genoemd.

Wanneer men niet beschikt over een Beckman DU spectrophotometer kan men voor de meting van de kleur ook andere colorimeters gebruiken. Wij vergeleken de resultaten, verkregen met de Beckman (A), met de optische dichtheden, bepaald met een drietal andere toestellen, nl.:

B Unicam SP 600
C Ilford-filter nr 604
D Lumetron 400 A

Om de met de drie andere colorimeters gevonden waarden voor de optische dichtheid (1000 x D) te herleiden tot die voor de Beckman kan onderstaande tabel worden gebruikt. Zoals was te verwachten, werden met de beide spectrophotometers (Beckman DU en Unicam SP 600) dezelfde waarden gevonden.

Tabel 1

Optische dichtheden van hooi-extract, 1 op 5 verdund (1000 x D)

A : Beckman; 540 mμ, cuvette 1 cm
B : Unicam SP 600; 540 mμ, cuvette 1 cm
C : Ilford-filter nr 604; cuvette 1 cm
D : Lumetron 400 A; filter 530, inwendige diam. reageerbuis 15,8 mm.

A	B	C	D
100	100	122	110
125	125	148	138
150	150	176	165
175	175	202	192
200	200	228	218
225	225	255	245
250	250	281	271
275	275	308	298
300	300	335	326
325	325	363	353
350	350	388	378
375	375	416	406
400	400	442	432
425	425	468	459
450	450	496	487
475	475	522	514
500	500	549	541

III. DE BENADERING VAN HET GEHALTE AAN VERTEERBAAR RUW EIWIT (RUNDEREN) VAN GEBROEID HOOI

Voor hooi, dat weinig of niet gebroeid heeft, kan het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit (runderen) worden berekend met de door DIJKSTRA gegeven formule. (De veevoeding in nieuwe banen, Landbouw 13 (1951) p. 13.)

$V' = 0{,}771\ (x' - 13) + 0{,}030\ (m' - 9) + 7{,}265$
V' = vre, x' = re, m' = asgehalte, alles in de ds.

DIJKSTRA merkt daarbij op:
"De coëfficiënt 0,030, geplaatst voor de term met m', is zo klein, dat deze term slechts weinig gewicht in de schaal legt. Wanneer het asgehalte maar weinig van 9 afwijkt, kan deze term vervallen".

Wanneer men deze formule toepast op hooi, dat wel gebroeid heeft, vindt men volgens de recente onderzoekingen van DIJKSTRA en VAN DER SCHAAF te hoge waarden voor vre. De percentuele correctie (D_r) van deze waarde wordt gevonden volgens onderstaande formule:

$D_r = -0{,}0007504 \times X^2 + 0{,}6989 \times X - 73{,}6$
(X = broeikleur, 1000 x D).

Het verband tussen X en D_r kan worden afgelezen in onderstaande tabel.

Tabel 2

De percentuele correctie (D_r) van het verteerbaar ruw eiwit (runderen) in verband met de broeikleur (X)

X	D_r
121	0
125	2
150	14
175	26
200	36
225	46
250	54
275	62
300	68
325	74
350	79
375	83
400	86
425	88
450	89

Wanneer de broeikleur minder dan 121 bedraagt, behoeft geen correctie te worden toegepast. Bij broeikleuren hoger dan 450 kan als percentuele aftrek 90 worden aangenomen.

IV. DE BENADERING VAN DE ZETMEELWAARDE VAN GEBROEID HOOI

Voor de berekening van de zetmeelwaarde van niet of weinig gebroeid hooi wordt de formule gebruikt, die DIJKSTRA geeft in "De veevoeding in nieuwe banen" p. 15.

$Z' = -1{,}666\ (y' - 32) - 1{,}004\ (m' - 9) + 38{,}06$
Z' = ZW, y' =rc en m' = asgehalte, alles in de ds.

Deze zetmeelwaarde kan ook worden afgelezen in tabel 5, p. 8, van eerder genoemde Gestencilde Mededeling van het C.I.L.O. nr 11 (1950).

Uit de laatste onderzoekingen van DIJKSTRA en VAN DER SCHAAF volgt, dat voor gebroeid hooi de aldus gevonden zetmeelwaarde moet worden verlaagd.

De percentuele correctie (D_Z) vindt men volgens de formule:

$D_Z = 0{,}1338 \times X - 16{,}06$
X = broeikleur (1000 x D)

Het verband tussen X en D_Z kan worden afgelezen in onderstaande tabel.

Tabel 3

De percentuele correctie (D_Z) van de zetmeelwaarde in verband met de broeikleur (X)

X	D_Z
120	0
125	1
150	4
175	7
200	11
225	14
250	17
275	21
300	24
325	27
350	31
375	34
400	38
425	41
450	44
475	47
500	51

V. DE VISUELE BEOORDELING VAN DE MATE VAN BROEI

Wij hebben ons afgevraagd of het voor praktijkonderzoek mogelijk is de kleur van gebroeid hooi en daarmede ook de mate van broei langs zuiver visuele weg ten naaste bij vast te stellen. Daartoe verzamelde D. VAN DER SCHAAF een negental monsters hooi met oplopende mate van broei. Van deze negen standaardmonsters werd op het C.I.L.O. de kleur van het extract bepaald met behulp van een Beckman DU spectrophotometer (zie hoofstuk II). De monsters kregen cijfers van 0 t/m 8. In de volgende tabel worden de spectrophotometrisch bepaalde cijfers voor de kleur gegeven.

Tabel 4

De kleuren van een standaardreeks van 9 monsters gebroeid hooi

Nr v.h. monster	Kleur (1000 x D)	Volgens tabellen 2 en 3	
		D_r	D_z
0	119	0	0
1	126	2	1
2	161	19	5
3	166	22	6
4	195	34	10
5	292	66	23
6	377	83	34
7	479	90	48
8	495	90	50

Wij hebben aanvankelijk getracht de kleur der 9 monsters fotografisch vast te leggen. Dit stuitte op grote foto-technische moeilijkheden. Daarna werden 9 buisjes van goed doorzichtig kleurloos plastic[x)] (lengte 12 cm, diameter uitwendig 20 mm, inwendig 16 mm) stevig gevuld met de 9 afzonderlijke monsters hooi. De buisjes waren aan weerskanten gesloten met een rond plastic schijfje.

Met behulp van deze standaardserie gaven 18 verschillende onderzoekers onafhankelijk van elkaar een broeicijfer aan 26 monsters hooi, die in verschillende mate hadden gebroeid. Daartoe werd een aan beide zijden open plastic buisje van dezelfde afmetingen gevuld met het te onderzoeken hooi en vergeleken met de standaardserie. De kleurcijfers (1000 x D, bepaald met de Beckman DU spectrophotometer) varieerden voor deze monsters van 126 tot 658. Aan een drietal zeer zwaar gebroeide monsters (1000 x D $>$ 600) werd door alle onderzoekers het cijfer $>$ 8 toegekend.

Het bleek, dat de beoordelingen van de 18 onderzoekers onderling weinig verschilden en dat de gegeven volgorde van de mate van broei bij de 26 monsters goed overeenkwam met de gemeten waarden.

Voor de praktijk zal het op grond van bovenstaande waarnemingen voldoende zijn, wanneer met behulp van een dergelijke "broeischaal" in plastic buisjes een broeicijfer wordt bepaald. Daarvoor is het nodig, dat verschillende instanties (laboratoria voor gewasonderzoek, voorlichtingsdiensten) over identieke broeischalen beschikken. Voorts moet dan bekend zijn met welke optische dichtheid (Beckman) elk nummer van de broeischaal overeenkomt. Met behulp van deze broeischaal is het dan mogelijk in de praktijk, waar men niet de beschikking heeft over een colorimeter, de percentuele vermindering van het gehalte aan vre en van de ZW ten gevolge van broei te schatten.

N.B. De in tabel 4 vermelde cijfers gelden uitsluitend voor de op het C.I.L.O. bij wijze van proef samengestelde serie en kunnen dus niet zonder meer worden gebruikt voor andere dergelijke broeiseries, die eventueel in de toekomst voor de praktijk zullen worden gemaakt.

x) Helder gepolijst plexiglas, Techn. Bureau "Reputabel", Weesp.

VI. VOORBEELDEN VOOR DE BEREKENING VAN VRE EN ZW VAN GEBROEID HOOI

1. Zwaar gebroeid hooi

Analyse:

re	16,9%
rc	28,0%
as	10,2%
Kleur (Beckman)	412

Indien dit hooi weinig of niet gebroeid had, zou men volgens hoofdstuk III vinden: vre = 10,3% en volgens hoofdstuk IV: ZW = 43,5.

In verband met de broei dienen de volgende correcties te worden aangebracht (zie tabellen 2 en 3):

Voor vre : 0,87 x 10,3 = 9,0%
Voor ZW : 0,39 x 43,5 = 17,0

Het gehalte aan vre wordt dus: 10,3 - 9,0 = 1,3% en de zetmeelwaarde: 43,5 - 17,0 = 26,5 (afgerond 26).

2. Licht gebroeid hooi

Analyse:

re	14,0%
rc	32,1%
as	11,2%

Bij gebruik van de in hoofdstuk V genoemde kleurschaal werd gevonden, dat de kleur van het hooi ligt tussen die van de buisjes 3 en 4. Dit komt ongeveer overeen met 1000 x D = 180. Voor weinig of niet gebroeid hooi zou men vinden: vre = 8,1% en ZW = 35,7.

Correcties (tabel 4)
Voor vre : 0,28 x 8,1 = 2,3%
Voor ZW : 0,08 x 35,7 = 2,9

Het gehalte aan vre wordt dus: 8,1 - 2,3 = 5,8% en de zetmeelwaarde: 35,7 - 2,9 = 32,8 (afgerond 33).

S 2199
150 ex.