

CENTRAAL INSTITUUT VOOR LANDBOUWKUNDIG ONDERZOEK
WAGENINGEN

Gestencilde Mededelingen
jaargang 1956
nr 8

AANVULLEND ONDERZOEK NAAR DE VOEDERWAARDE
VAN GEBROEID GRASHOOI

Ir. D. Kappelle,
H.J. Immink,
Dr. W.B. Deijs

2161181

N.B. Het is in de praktijk gebleken, dat nauwkeurig het standaardvoorschrift, volgens hetwelk de cijfers in deze publicatie zijn verkregen, wordt gevolgd. Het verdient nog aanbeveling erop te attenderen, dat onmiddellijk na het koken de kolf met inhoud onder een waterstraal wordt afgekoeld, waarbij men de kolf zwak zwenkt.

INHOUD

	blz.
I INLEIDING	1
II DE METING VAN DE KLEUR VAN GEBROEID HOOI	2
a. Het voorschrift	2
b. De invloed van de hoeveelheid uitgangsmateriaal op het resultaat van de meting	2
c. De invloed van de wijze van koken bij de extractie	2
d. De invloed van de duur van het koken	3
e. Wanneer dient de kleur na het affiltreren te worden gemeten?	3
f. De invloed van het in het hooi aanwezige chlorophyll of de afbraakprodukten daarvan op de kleur van het extract	4
g. Het gebruik van andere colorimeters dan de Beckman DU spectrofotometer	4
III DE STANDAARDAFWIJKING VAN DE ENKELVOUDIGE WAARNEMING	6
IV DE INVLOED VAN HET VOORDROGEN VAN HET MONSTER OP DE TE METEN BROEIKLEUR	7
V BEREKENING VAN DE VOEDERWAARDE VAN GEBROEID HOOI	13
VI SAMENVATTING EN CONCLUSIES	17
LITERATUUR	18

I INLEIDING

In de publikaties van DIJKSTRA en VAN DER SCHAAF (1) en van DEIJS en BOSCH (2) wordt uitvoerig mededeling gedaan over de wijze, waarop de mate van broei in grashooi kan worden gemeten en het verkregen getal kan worden geïnterpreteerd bij het berekenen van de voederwaarde van het hooi.

Niettemin zijn er nog enkele vragen gerezen over de methode voor de bepaling van de broeikleur en de toepassing daarvan bij het routine-onderzoek.

In deze verhandeling zullen wij mededeling doen over enkele aanvullende onderzoeken, die ten dele betrekking hebben op technische details van de kleurmeting en de reproduceerbaarheid daarvan. Uit deze onderzoeken volgden enkele consequenties, die wij tevens hebben uitgewerkt.

Volledigheidshalve zullen wij nog enkele mededelingen doen over de extractiemethode als geheel en het gebruik van verschillende colorimeters, waarbij naast mogelijke herhalingen enkele aanvullingen op de eerder genoemde publikaties zullen worden gegeven.

De noodzakelijk gebleken wiskundige verwerking van enig cijfermateriaal werd verzorgd door Drs. C. Postma en de heer H. Reints.

II DE METING VAN DE KLEUR VAN GEBROEID HOOI

a. Het voorschrift

Het voorschrift voor de meting van de kleur van gebroeid hooi werd reeds eerder beschreven (1, 2). Volledigheidshalve laten wij het hier nogmaals volgen.

1 g van het gemalen hooi wordt met 100 ml van een oplossing van 50 g watervrij natriumcarbonaat per liter gedurende 5 minuten gekookt aan een terugvloeiakoeler. Na afkoeling wordt het extract gefiltreerd en daarna met 4 delen water verdund. Van deze verdunde oplossing wordt bij 540 m μ en een spleetwijdte van 0.03 mm de optische dichtheid ($D = - \log$ transmissie) bepaald ten opzichte van een blanco oplossing (natriumcarbonaat 1%) met behulp van een Beckman DU - spectrofotometer (cuvette 1 cm). De aldus bepaalde optische dichtheid, vermenigvuldigd met 1000, wordt de broeikleur genoemd. In de volgende hoofdstukken wordt de waarde van $1000 D = b$ gesteld.

b. De invloed van de hoeveelheid uitgangsmateriaal op het resultaat van de meting

Bij de kritische bestudering van de methode voor de bepaling van de kleur, gingen wij in de eerste plaats na of de gemeten kleur evenredig is met de gekozen hoeveelheid uitgangsmateriaal. Van een bepaald monster hooi werd resp. $\frac{1}{2}$, 1 en $1\frac{1}{2}$ g volgens bovenstaand voorschrift geëxtraheerd. Daarna werd van elk extract na verdunning de kleur gemeten. Het resultaat was als volgt:

hoeveelheid hooi (g)	1000 x D
$\frac{1}{2}$	95
1	190
$1\frac{1}{2}$	281

Het blijkt dus, dat de gevonden kleur recht evenredig is met de hoeveelheid droge stof, waarvan men bij een bepaling uitgaat. Het is dus geoorloofd om de kleur ($1000 \times D$), gevonden met 1 gram hooi met a % droge stof, om te rekenen in de kleur, die zou zijn gemeten, wanneer 1 gram van het water vrije hooi in onderzoek was genomen. De berekende kleur voor 1 g droge stof wordt dan:

$$\frac{100}{a} \times 1000 D$$

c. De invloed van de wijze van koken bij de extractie

Ten einde na te gaan of de grootte van de gasvlam invloed heeft op de te meten kleur, werden 3 uiteenlopende monsters hooi geëxtraheerd op een kleine, middelgrote of grote vlam. In alle gevallen bleef de vloeistof aan de kook. Bij gebruik van een grote vlam trad schuimvorming op, zodat er regelmatig voor gezorgd moest worden, dat de hooideeltjes met de kokende vloeistof in contact bleven.

Resultaat:

Monsternummer	Kleur (1000 x D)		
	Kleine vlam	Middelgrote vlam	Grote vlam
I	135	131	132
II	358	348	348
III	469	465	466

Conclusie:

De wijze van koken heeft geen invloed op het uiteindelijke resultaat.

d. De invloed van de duur van het koken

Van 3 uiteenlopende monsters hooi werd telkens 1 gram gedurende verschillende tijden gekookt met 100 ml van een natriumcarbonaatoplossing (5%). Na verdunning met 4 delen water werd de kleur van het extract gemeten.

Resultaat:

Duur van het koken (min.)	Kleur (1000 x D)		
	Monster A	Monster B	Monster C
2	119	257	433
4	122	271	495
5	123	282	511
6	127	292	538
8	134	300	541
10	133	307	583

Conclusie:

De duur van het koken heeft dus invloed op de uiteindelijk gemeten kleur. Wij merken hierbij echter op, dat een kleine afwijking van de kooktijd van 5 minuten slechts een geringe fout veroorzaakt. Zelfs een minuut langer of korter koken dan de voorgeschreven 5 minuten zou voor deze hooimonsters een fout van maximaal slechts ca. 5% ten gevolge hebben gehad. Het is echter wel aan te bevelen de kooktijd op 5 minuten te houden.

e. Wanneer dient de kleur na het affiltreren te worden gemeten?

Nagegaan werd met een drietal monsters hooi hoelang een afgefiltreerd extract vóór de verdunning en de kleurmeting kan worden bewaard bij kamertemperatuur (20°) bij daglicht.

Resultaat:

Bewaartijd van het filtraat (uren)	Kleur (1000 x D)		
	Monster A	Monster B	Monster C
$\frac{1}{2}$	127	299	521
2	125	294	521
$4\frac{1}{2}$	124	288	520
$6\frac{1}{2}$	122	287	511
24	119	268	488

Conclusie:

Gedurende het bewaren blijkt de kleur de neiging te hebben iets in intensiteit af te nemen. Dit is voor bewaartijden tot ca. 6 uren van vrijwel geen betekenis. Het verdient echter geen aanbeveling de filtraten een nacht over te laten staan.

f. De invloed van het in het hooi aanwezige chlorophyll of de afbraakprodukten daarvan op de kleur van het extract

Hooimonsters kunnen door de aanwezigheid van chlorophyll en/of andere porphyrienen meer of minder groen gekleurd zijn. De mogelijke invloed van deze verbindingen op de kleur van het extract onderzochten wij met behulp van een monster niet gebroeid, sterk groen gekleurd hooi. Dit hooi werd volgens het bovenstaande voorschrift zonder meer behandeld. De kleur van het extract van 1 gram van het hooi was dan na verdunning 1000 D = 121.

Van hetzelfde hooi werd 1 gram volledig geëxtraheerd met ether in een soxhlet-apparaat. Het etherextract was donkergroen. Het aldus geëxtraheerde hooi werd vervolgens op de gewone wijze uitgekookt met de sodaoplossing, het extract afgefiltreerd, verdund en gemeten. De dan gevonden kleur was 1000 D = 122.

Uit dit onderzoek concluderen wij, dat het chlorophyll de kleur van het extract niet beïnvloedt. Mocht overigens het extract een weinig groen gekleurd zijn, dan zal zulks bij een meting bij 540 m μ (groen licht) het resultaat vrijwel niet storen.

g. Het gebruik van andere colorimeters dan de Beckman DU spectrofotometer

Wanneer men niet beschikt over een Beckman DU spectrofotometer, 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 spectrofotometers (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 m μ , cuvette 1 cm
B = Unicam SP 600 : 540 m μ , cuvette 1 cm
C = Ilford filter nr 604: cuvette 1 cm
D = Lumetron 400 A : filter 530, inwendige diameter reageerbuis 15.8 mm

<u>A</u>	<u>B</u>	<u>C</u>	<u>D</u>
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 STANDAARDAFWIJKING VAN DE ENKELVOUDIGE WAARNEMING

In verband met het routine-onderzoek en ook voor het onderwerp dat in hoofdstuk IV zal worden behandeld, is het wenselijk te weten hoe groot de standaardafwijking van de enkelvoudige waarneming is. Deze laat zich berekenen uit een serie bepalingen in telkens één monster.

Uit een serie duplo-bepalingen kan men de standaardafwijking van de verschillen berekenen, waaruit de standaardafwijking van de gemiddelden der duplo's en derhalve ook van de enkelvoudige bepaling, bij benadering is te berekenen.

Noemen wij van twee willekeurige duplo-bepalingen k_1 en k_2 het gemiddelde g_k en hun verschil v_k , dan is bij benadering:

$$g_k = k_1 - \frac{v_k \pm \sigma_v}{2}$$

$$\text{of } g_k = k_1 - \frac{(k_1 - k_2) \pm \sigma_v}{2}$$

$$\text{of } g_k = \frac{k_1 + k_2}{2} \pm \frac{\sigma_v}{2}$$

De standaardafwijking van de gemiddelden der duplo-bepalingen is derhalve bij benadering gelijk aan de halve standaardafwijking van hun verschillen.

Aangezien berekend werd $\sigma_v = 4,6$ is $\sigma_g \approx 2,3$ en $\sigma_k \approx 2,3\sqrt{2} = 3,2$.

Men mag hieruit besluiten dat de enkelvoudige waarneming zeer goed reproduceerbare uitkomsten levert.

IV DE INVLOED VAN HET VOORDROGEN VAN HET MONSTER OP DE TE METEN BROEIKLEUR

De chemische analyse van ruwvoedermiddelen, o.a. hooi, vindt plaats in het gedroogde, gemalen monster. Wanneer hooimonsters met 75-90% ds worden gemalen met behulp van een kruisslagmolen, treedt verwarming op, waardoor een oncontroleerbare hoeveelheid vocht verdampt. De daarna volgende vochtbepaling zou tot foutieve conclusies leiden. Daarom is het noodzakelijk het monster tot ca. 95% ds te drogen, alvorens het wordt gemalen. Wij noemen dit het vóórdrogen.

Bij de extractie van de broeikleur is men tot heden steeds uitgegaan van niet-voorgedroogde monsters hooi. Voor het routine-onderzoek brengt dit echter ernstige bezwaren mede, omdat van ieder monster, waarin zich in meerdere of mindere mate de gevolgen van broei voordoen, een weinig moet worden afgescheiden voor het kleuronderzoek. Dit brengt niet alleen meer werk mede, doch bovendien is het niet steeds eenvoudig, om zonder een al te grote monsterfout uit een monster met tamelijk lange stengel- en bladdelen een kleine hoeveelheid materiaal te nemen, waarin, na het malen, de broeikleur gemeten kan worden.

Indien de broeikleurextractie zonder bezwaren in het voorgedroogde monster zou kunnen plaatsvinden, zouden deze moeilijkheden worden vermeden.

Om de invloed van het voordrogen na te gaan, hebben wij een 15-tal monsters met verschillende mate van broei in tweeën gedeeld, nadat de broeikleur geschat was met behulp van een serie geijkte hooimonsters in glazen buisjes (2). Deze kleurschatting vond plaats door twee personen (A en B).

De ene helft van ieder monster werd direct gemalen, waarna in het meel het gehalte aan droge stof en de broeikleur werden bepaald. De andere helft werd gedurende $3\frac{1}{2}$ uur bij 70°C gedroogd en daarna gemalen. In dit meel vonden eveneens de bepalingen van het droge-stofgehalte en de broeikleur en tevens van het ruw-eiwitgehalte plaats.

In tabel 2 wordt een overzicht van de analyseresultaten gegeven. Alvorens op de behandeling hiervan in te gaan, willen wij eerst nog iets over de monsters mededelen. De nummers 1 t/m 12 waren monsters van plekken met verschillende broeigrad in een verticaal afgestoken klamp. De nummers I en II werden van boven naar beneden, door de verschillende broeilagen heen, uit de klamp gesneden. Nummer III werd samengesteld uit een lok zeer zwaar gebroeid ($b > 500$) en een lok groen hooi ($b < 120$).

In kolom 2 van tabel 2 worden de nummers van de monsters van de broeischaal gegeven, waarmede naar oordeel van de schatters de kleur het beste overeen kwam. In kolom 7 staan de daarbij behorende procentuele correcties voor het verteerbaar ruw eiwit (Dr) en de gemiddelden daarvan ($\frac{A+B}{2}$). Wij zien dat er in enkele gevallen (nrs 5, 6 en II) vergaande gevolgen waren voor de procentuele correctie, wanneer de waardering door de beide schatters wat verschilde. De kleur van nr III week zodanig af van die der standaardmonsters, dat een vergelijking onmogelijk was.

In kolom 3 worden het ds-gehalte en de broeikleur, verkregen na extractie ($b = 1000 \times D$) van de niet-voorgedroogde monsters, vermeld en in kolom 4 die van de voorgedroogde monsters.

verzicht van de broeikleuren, procentuele correcties en berekening van de gehalten aan verteerbaar ruw eiwit, verkregen door kleurschatting en kleurextractie

et en	5		6		7				8				9			
	b herleid tot 100% ds		% re in de ds	% vre in de ds	Procentuele correctie (Dr)				% verteerb. ruw eiwit				Na dro- gen, form. op 100% ds			
	voor drogen	na drogen			A	B	$\frac{A+B}{2}$	voor dro- gen	na dro- gen (op 85% ds)	Kleurschatting				voor dro- gen	na dro- gen	
b		A	B	$\frac{A+B}{2}$						A	B	$\frac{A+B}{2}$	A			B
122	147	128	13.4	7.7	0	0	0	1	0	0	7.7	7.7	7.7	7.6	7.7	7.7
128	147	133	13.2	7.5	0	1	0	0	0	0	7.5	7.4	7.5	7.5	7.5	7.5
130	148	135	13.6	7.9	9	9	9	2	0	0	7.2	7.2	7.2	7.8	7.9	7.9
158	179	165	12.9	7.3	22	22	22	14	11	11	5.7	5.7	5.7	6.3	6.5	6.6
135	150	139	13.1	7.5	9	22	16	2	0	0	6.8	5.8	6.3	7.4	7.5	7.5
161	181	166	13.8	8.1	22	34	28	13	11	11	6.3	5.3	5.8	7.0	7.2	6.9
160	178	166	13.2	7.5	34	34	34	16	11	11	5.0	5.0	5.0	6.3	6.7	6.7
286	301	295	13.1	7.5	66	66	66	56	54	54	2.6	2.6	2.6	3.3	3.4	3.3
308	308	316	13.7	8.0	66	66	66	61	60	60	2.7	2.7	2.7	3.1	3.2	3.1
438	442	448	15.0	9.0	83	83	83	84	83	83	1.5	1.5	1.5	1.4	1.5	1.4
457	481	467	12.9	7.3	90	86	88	87	86	86	0.7	1.0	0.9	0.9	1.0	1.0
513	530	524	12.8	7.2	90	90	90	90	89	89	0.7	0.7	0.7	0.7	0.6	0.7
342	312	352	13.4	7.7	83	66	74	61	68	68	1.4	2.8	2.1	3.2	2.6	2.4
296	301	306	14.0	8.2	66	34	50	56	55	55	2.8	5.4	4.1	3.6	3.7	3.5
303	305	309	13.0	7.4	?	?	?	62	58	58	?	?	?	2.8	3.1	3.0

Om de aldus door extractie verkregen broeikleuren te mogen vergelijken, werden zij herleid tot die welke verkregen zouden zijn door extractie van 1 g absoluut droge stof (kolom 5). In hoofdstuk II, paragraaf b, werd er reeds op gewezen, dat dit is toegestaan.

Uit de cijfers van kolom 5 werd de standaardafwijking van de verschillen berekend. Deze bleek vrij groot te zijn ($\sigma_v = 14$) in verhouding tot de standaardafwijking van de enkelvoudige bepaling ($\sigma_k =$ ongeveer 3,2) en wordt veroorzaakt door monster nr I ($v = 40$).

De gevolgen van de gevonden standaardafwijking (σ_v) voor de verschillen op de procentuele correcties voor het verteerbaar ruw eiwit en de zetmeelwaarde zijn de volgende:

D_r kan variëren met 0-6 eenheden en

D_z met ongeveer 1,5 eenheid.

Wij menen dat een afwijking bij de correctie van het verteerbaar ruw eiwit van 6% toelaatbaar is, terwijl de afwijking, die men bij de correctie van de zetmeelwaarde maakt, genegeerd mag worden.

Het gemiddelde verschil tussen de twee, langs verschillende wegen verkregen broeikleuren bedraagt $3,8 \pm 3,9$, zodat er van een significant verschil geen sprake is.

Blijkens figuur 1 is er ook geen verband tussen de verschillen in de broeikleuren vóór en na het drogen (resp. b en b') en de mate van broei.

Conclusie:

Uit het bovenstaande blijkt, dat de broeikleur gemeten mag worden in het voorgedroogde hooi, zonder dat hiermede een systematische en ontoelaatbare fout wordt gemaakt bij de berekening van het verteerbaar ruw eiwit of de zetmeelwaarde.

Met behulp van de door de kleurschatting en de door de kleurextracties verkregen procentuele correcties voor het verteerbaar ruw eiwit, hebben wij nagegaan tot welke resultaten de benadering van het vre-gehalte in de onderhavige monsters leidde.

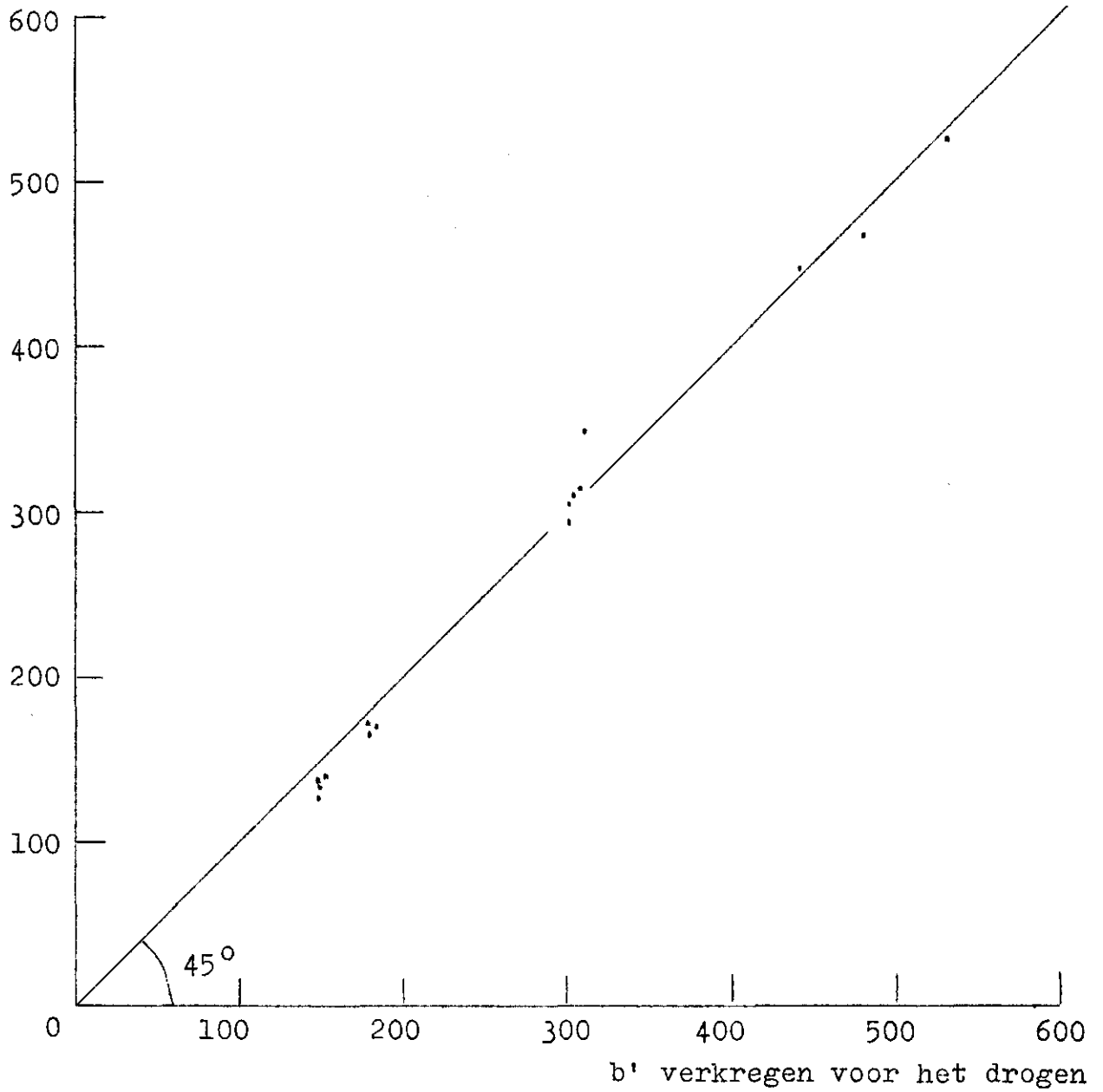
Uit het ruw-eiwitgehalte werd volgens de regressievergelijking van DIJKSTRA (3) het vre-gehalte berekend (kolom 6). In kolom 7 staan vermeld de verschillende procentuele correcties. Wij willen hierbij opmerken, dat de berekening van de correctiefactoren uit de extractkleur vóór het drogen geschiedde volgens DIJKSTRA en VAN DER SCHAAF, dus zonder herleiding op een vaste droge-stofbasis. De correcties volgens extractie ná het drogen zijn berekend na herleiding van de gemeten broeikleur op een basis van 85% ds in het hooi.

In kolom 8 staan de gecorrigeerde gehalten aan vre in % van de droge stof vermeld. In figuur 2 zijn deze cijfers weergegeven. Op de horizontale as zijn uitgezet de vre-gehalten, gecorrigeerd volgens de broeikleur vóór het drogen (methode DIJKSTRA en VAN DER SCHAAF) en op de verticale as:

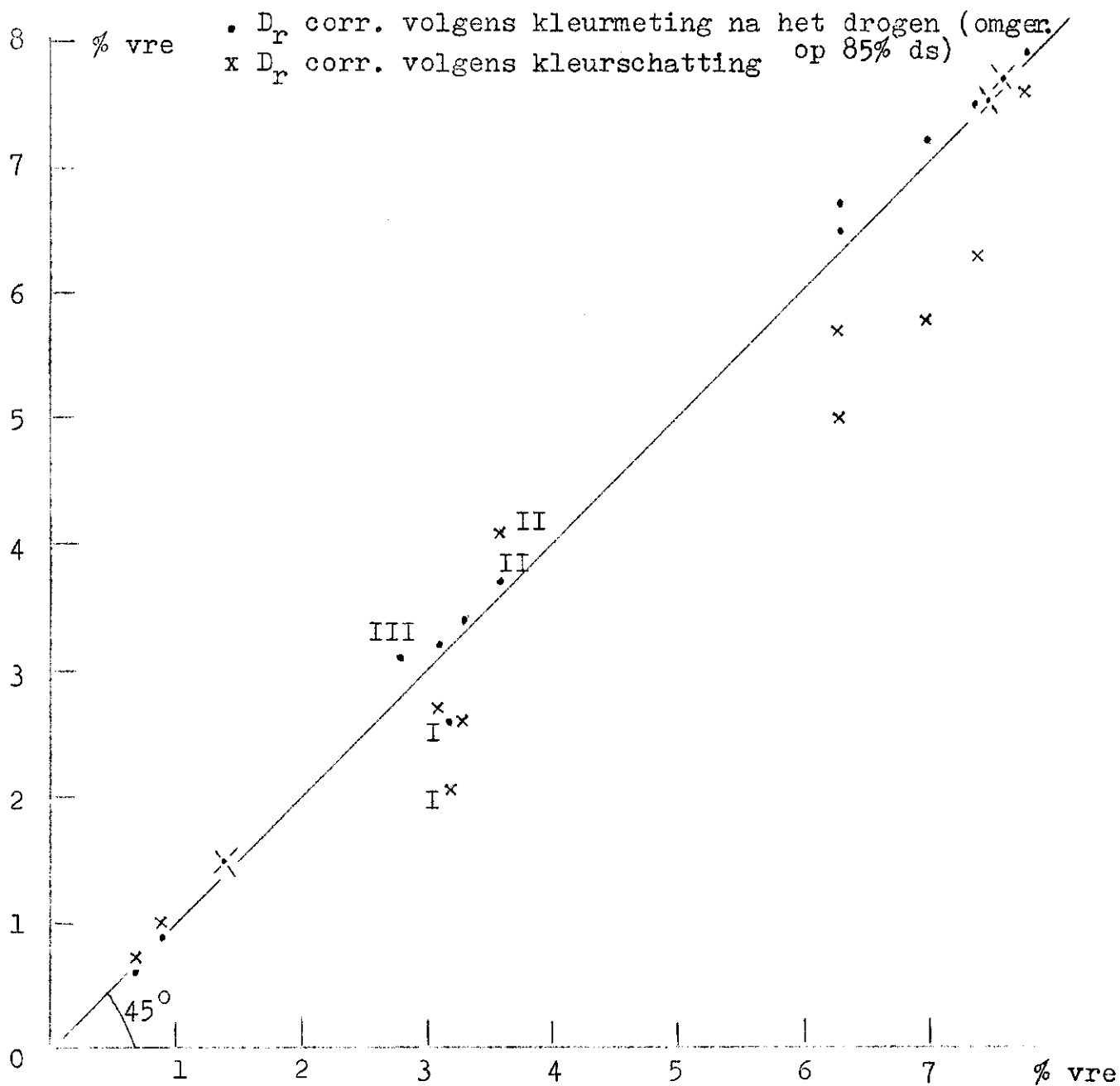
- a. de vre-gehalten gecorrigeerd volgens de kleurschatting (kruisjes)
- b. de vre-gehalten gecorrigeerd volgens de kleurextracten na het drogen (punten).

Figuur 1 Het verband tussen de broeikleuren verkregen door extractie van de monsters vóór en na het drogen

b' verkregen na het drogen



Figuur 2 Het verband tussen de gehalten aan vre in % van de droge stof, na correctie op basis van kleurschatting en kleurmeting



D_r volgens DIJKSTRA & v.d. SCHAAF
(kleurmeting voor het drogen)

De figuur toont ons nu duidelijk, dat er, wat de punten betreft, weinig afwijking is van de 45° lijn. De kruisjes vertonen echter een zodanige spreiding, dat men hieruit het volgende mag concluderen.

Wanneer de gehalten aan vre worden berekend uit de re-gehalten met behulp van een regressievergelijking, waarbij een zeer hoge correlatie bestaat tussen re en vre ($r > 0.90$), mag de correctie van het vre-gehalte niet geschieden volgens een werkwijze, waarbij grote afwijkingen in het gecorrigeerde vre-gehalte veelvuldig voorkomen.

Dit wil niet zeggen, dat de kleurschatting met de broeischaal voor de praktijk niet een zeer bruikbaar hulpmiddel is om de schade te begroten of de door middel van ruw-voeder-middeltabellen aangenomen voederwaarden te corrigeren. Zij zal het in nauwkeurigheid echter zeer dikwijls moeten afleggen tegen de extractiemethode.

V BEREKENING VAN DE VOEDERWAARDE VAN
GEBROEID HOOI

Wanneer men de broeikleur in het voorgedroogde monster gemeten heeft, moet men door vermenigvuldiging met $\frac{85}{d}$ (waarin d = het droge-stofgehalte van het voorgedroogde monster) de uitkomst herleiden tot hooi met 85% droge stof, om gebruik te mogen maken van de procentuele correcties voor de berekening van vre-gehalte en ZW.

Aangezien men echter alle gehalten in het voorgedroogde materiaal uitdrukt in de absoluut droge stof, is het voor de hand liggend met de broeikleur geen uitzondering te maken. Voor de interpretatie van de aldus berekende broeikleur is het dan noodzakelijk om de broeicijfers, die DIJKSTRA bij zijn verteringsproeven in de hooimonsters vond, te herleiden tot 100% ds en hieruit nieuwe formules af te leiden.

In tabel 3 wordt een overzicht gegeven van het hiervoor benodigde cijfermateriaal, dat door DIJKSTRA en VAN DER SCHAAF werd gepubliceerd en de daarbij uitgerekende broeikleur van de absoluut droge stof (b').

Tabel 3 Droge-stofgehalten, broeikleuren en procentuele correcties van het door DIJKSTRA gebruikte hooi voor verteringsproeven

(b = broeikleur in hooi als zodanig; b' = broeikleur herleid tot hooi met 100% ds)

Monster	% ds	b	b'	D_r	D_z
1 a	81.7	144	176	1.4	6.4
b	79.1	445	563	83.0	50.7
2 a	89.8	124	138	2.1	7.5
c	88.4	222	251	53.2	21.2
3 a	88.9	108	122	-6.8	1.4
b	88.4	142	161	13.3	6.2
c	87.6	237	271	47.9	23.6
4 a	85.2	142	167	-4.0	13.4
b	86.5	231	267	51.1	24.2
d	77.7	406	523	83.4	35.4
5 b	90.3	131	145	21.3	-8.3
d	88.8	323	364	65.7	14.4
e	88.9	434	488	98.5	41.4
6 a	84.1	131	156	4.1	-0.8
b	83.8	192	229	32.8	17.9
c	83.8	312	373	74.3	22.9

Wij vonden als nieuwe regressievergelijkingen:

$$D_r = -0,0005603 b'^2 + 0,5984 b' - 72,37 \quad (1)$$

$$D_z = 0,1147 b' - 16,06 \quad (2)$$

waarin D_r en D_z de procentuele correctie van het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit, resp. van de zetmeelwaarde en b' de door extractie verkregen broeikleur op 100% ds voorstellen.

Zou men in de door DIJKSTRA en VAN DER SCHAAF opgegeven vergelijkingen¹⁾ de b hebben vervangen door $b' \times \frac{85}{100}$, dan zouden zij hebben geluid:

$$D_r = -0,0005424 b'^2 + 0,5931 - 73,61 \quad \text{en}$$

$$D_z = 0,1137 b' - 16,06.$$

Er is dus een grote overeenstemming tussen deze en de door ons berekende vergelijkingen (1) en (2).

In de figuren 3 en 4 zijn de vergelijkingen (1) en (2) grafisch voorgesteld.

Volledigheidshalve geven wij hieronder de procentuele correcties voor vre en ZW bij verschillende waarden van b'.

b'	D _r	D _z	b'	D _r	D _z
140	0	0	325	63	22
150	5	1	350	68	24
175	15	4	375	73	27
200	25	7	400	77	30
225	34	10	425	81	33
250	42	13	450	84	36
275	50	16	475	87	39
300	57	19	500	90	42

en hoger

Voorbeelden

- a. Een monster licht gebroeid hooi bevat op de droge stof 14% ruw eiwit, 9% as en 28% ruwe celstof. Het droge-stofgehalte van het voorgedroogde monster blijkt 94% te zijn. De kleur van het extract van 1 gram van dit voorgedroogde hooi (gemeten volgens II a) is 1000 D = b = 175. De waarde voor b' is dus:

$$\frac{100}{94} \times 175 = 187$$

$$D_r = 20; D_z = 5$$

Volgens DIJKSTRA (1) kan voor niet gebroeid hooi van deze samenstelling worden berekend:

$$\text{vre} = 8,1\%; \text{ZW} = 45$$

Deze cijfers worden voor het licht gebroeide hooi:

$$\text{vre} = (1,00 - 0,20) 8,1 = 6,5\%$$

$$\text{ZW} = (1,00 - 0,05) 45 = 43.$$

- b. Een monster zwaar gebroeid hooi bevat op de droge stof 9% ruw eiwit, 11% as en 32% ruwe celstof. Het droge-stofgehalte van het voorgedroogde monster is 95%. De kleur van het extract van 1 gram van het voorgedroogde hooi is b = 410. b' is dan:

$$\frac{100}{95} \times 410 = 432$$

$$D_r = 82; D_z = 34.$$

Voor niet gebroeid hooi van deze samenstelling wordt berekend:

$$\text{vre} = 4,1\%; \text{ZW} = 36$$

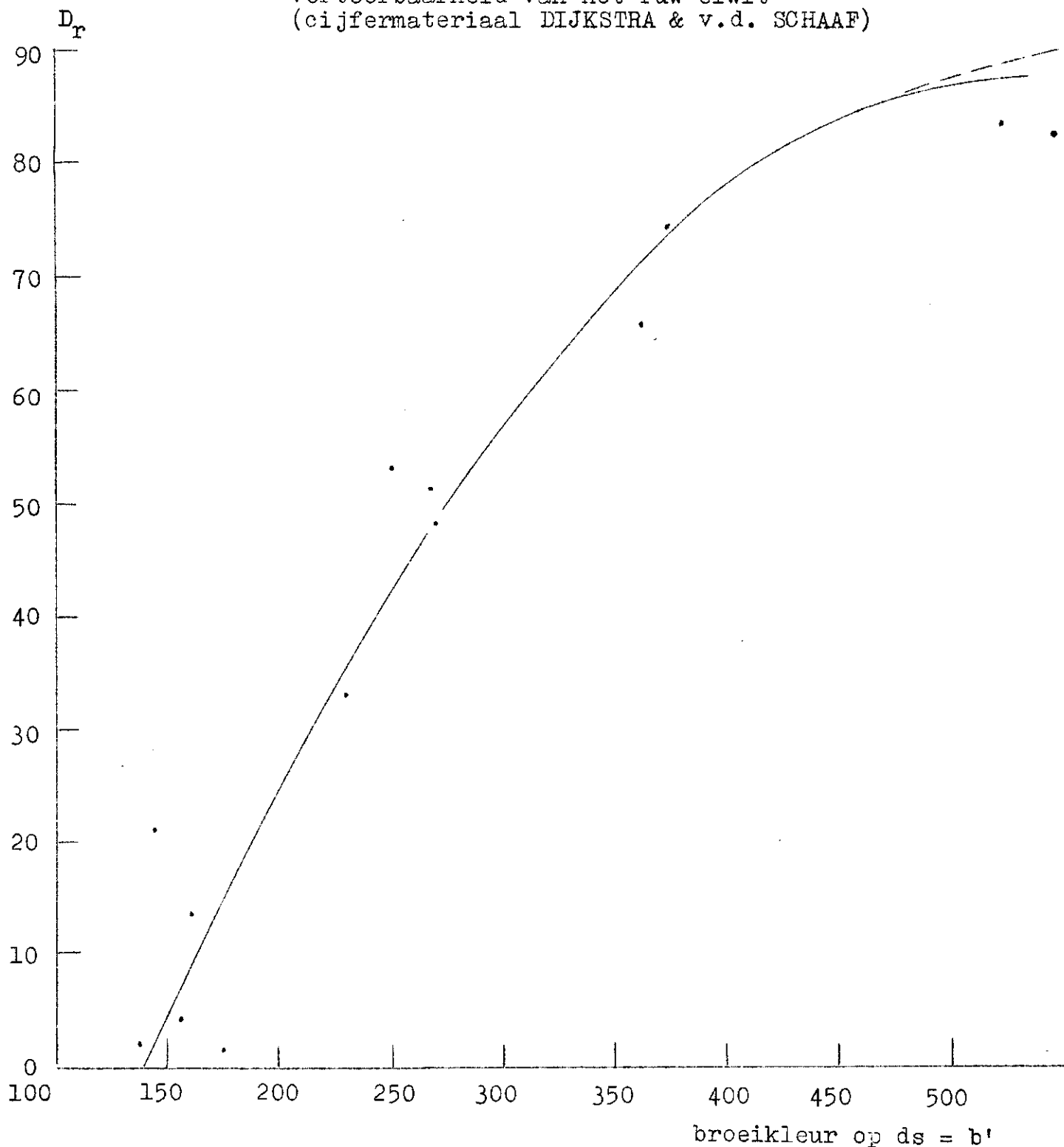
Deze cijfers worden voor het zwaar gebroeide hooi:

$$\text{vre} = (1,00 - 0,82) 4,1 = 0,7\%$$

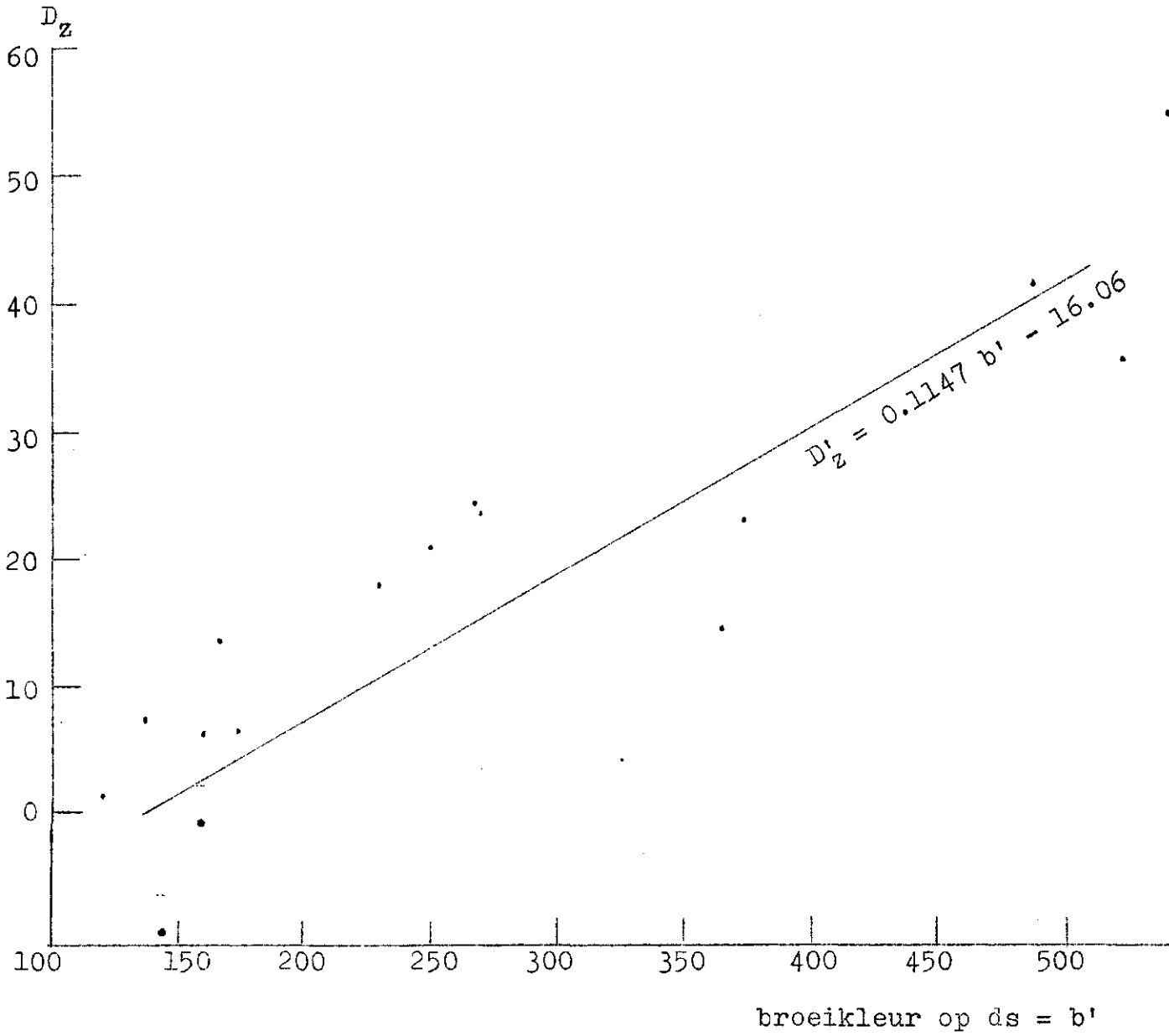
$$\text{ZW} = (1,00 - 0,34) 36 = 24.$$

1) Het gemiddelde ds-gehalte van de door hen gebruikte hooimonsters bedroeg 85%.

Figuur 3 Het verband tussen de broeikleur op basis van 100% ds en de procentuele correctie van de verteerbaarheid van het ruw eiwit (cijfermateriaal DIJKSTRA & v.d. SCHAAF)



Figuur 4 Het verband tussen de broeikleur op 100% ds en de procentuele correctie van de zetmeelwaarde
(cijfermateriaal van DIJKSTRA & v.d. SCHAAF)



VI SAMENVATTING EN CONCLUSIES

In het voorgaande werden nog enkele mededelingen gedaan over aanvullend onderzoek, dat wenselijk bleek te zijn voor de routine-analyse van monstersgebroeid hooi.

Blijkens eerdere onderzoekingen (1 en 2) kan de voederwaarde van gebroeid hooi benaderd worden met behulp van een correctie op de voor niet of slechts licht gebroeid hooi berekende waarden voor vre en ZW. Deze correctie kan worden afgeleid uit de kleursterkte van een extract, dat met een soda-oplossing uit het hooi wordt verkregen.

Bij nadere onderzoekingen over de extractiemethode bleek de intensiteit van de kleur recht evenredig te zijn met de hoeveelheid droge stof, waarvan men bij de bepaling uitgaat. Het is daarom geoorloofd om de kleur (1000 x D), gevonden met 1 gram hooi met a% ds, te herleiden tot de waarde die zou zijn gemeten, indien het hooi watervrij zou zijn geweest.

Voorts bleek enig verschil in verhitting tijdens het koken geen invloed te hebben. Daarentegen heeft de kookduur wel invloed op de kleursterkte van het extract. Het is daarom niet aan te bevelen met de kookduur belangrijk af te wijken van de voorgeschreven 5 minuten.

De kleursterkte van het extract neemt gedurende de bewaring na het affiltreren af, doch in de eerste 6 uren is deze teruggang niet van grote betekenis.

De standaardafwijking van de enkelvoudige waarneming bleek bij benadering 3,2 te bedragen, waaruit mag worden afgeleid, dat de methode in hoge mate reproduceerbare uitkomsten geeft.

Het voordrogen van gebroeid hooi tot ca. 95% droge stof bleek slechts weinig invloed te hebben op de kleurintensiteit van het extract, berekend voor 1 gram droge stof. De standaardafwijking van de verschillen tussen de kleursterkte verkregen vóór en na het drogen bedroeg 14.

Ten slotte werden nieuwe regressievergelijkingen berekend voor de procentuele correcties van het vre-gehalte en de zetmeelwaarde enerzijds en de intensiteit van de kleur van een extract van het hooi anderzijds. Daarbij wordt de kleur berekend, op grond van het gehalte aan droge stof, voor een extract van 1 gram volkomen droog hooi.

LITERATUUR

1. DIJKSTRA, N.D. en D. VAN DER SCHAAF: Onderzoek naar de voederwaarde in gebroeid hooi.
Versl. Landbouwk. Onderz. nr 61.15,
1955
2. DEIJS, W.B. en S. BOSCH: De benadering van de voederwaarde van gebroeid hooi op grond van chemisch onderzoek, C.I.L.O., Gestenc. Meded. 1955, nr 8.

S 2613

70 ex.