J. Boeve, N. D. Dijkstra en B. Smits

Instituut voor Veevoedingsonderzoek 'Hoorn'

Verteerbaarheid en voederwaarde van maïs en enige maïsprodukten bij schapen en varkens

with summaries

Digestibility and feeding value of maize and some maize products for sheep

Digestibility and feeding value of maize and some maize products for pigs

Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie

Wageningen - 1973

37616

Abstract

BOEVE, J., N. D. DIJKSTRA, & B. SMITS (1973) Verteerbaarheid en voederwaarde van maïs en enige maïsprodukten bij schapen en varkens. (Digestibility and feeding value of maize and some maize products for sheep and pigs). Versl. landbouwk. Onderz. (Agric. Res. Repts) 803, ISBN 90 220 0478 3 (v) + 47 p., 9 + 13 Tbs, 5 + 1 Fgs, 4 + 8 Refs, 5 + 1 Appendices, Du. and Eng. summaries.

Digestibility of some products of the maize processing industry was determined with wethers and pigs respectively. Digestibility of some products was also determined in vitro. Simple linear relations were derived between crude protein, true protein, crude fat, crude fibre and their digested components and between the crude fibre content and the digestion coefficient of the N-free extract.

Wethers Calculated energetic feeding value (starch equivalent) and calculated digestible crude protein content were related to some chemical components by linear regressions. Residual standard deviation as a percentage of the average is 4.5 and 5.7 for the energetic feeding value and the digestible crude protein content respectively. Residual standard deviations for some parts of the material, consisting of related products, were lower.

Pigs Variations in feeding value (NE_v) was largely due to variation in crude fat and crude fibre content. Crude fibre content particularly influenced the digestibility of the N-free extract. Feeding value and digestible crude protein content were estimated directly from chemical composition. Residual standard deviation as a percentage of the mean of NE_v was 6.9 and that of the digestible crude protein content 5.2. Residual standard deviation of NE_v was slightly lower if only part of the material was considered. At higher content the crude fibre progressively decreased the energetic feeding value. The composition of the crude fibre fraction appeared to be important.

ISBN 90 220 0478 3

© Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie, Wageningen, 1973.

Niets uit deze uitgave mag worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotocopie, microfilm of op welke andere wijze ook zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de uitgever.
No part of this book may be reproduced or published in any form by print, photoprint, microfilm or any other means without written permission from the publishers.

Inhoud

Inleiding 1

1 Verteerbaarheid en voederwaarde van maïs en maïsprodukten bij schapen 3
1.1 Het verloop van de proeven 3
1.2 Berekening van de verteerbaarheid voor herkauwers 8
1.3 De voederwaarde 12
1.4 De verteerbaarheid in vitro 17

Samenvatting 17

Summary 18

Literatuur 19

2 Verteerbaarheid en voederwaarde van maïs en maïsprodukten bij varkens 20
2.1 Samenstelling van de belangrijkste maïsprodukten 20
2.2 Opzet en verloop van de proeven 20
2.3 Resultaten 24
2.4 Discussie 31

Samenvatting 34

Summary 34

Literatuur 35

Bijlagen 36

Inleiding

Daar de kostprijs van de dierlijke produktie sterk wordt bepaald door de voerkosten, is het noodzakelijk dat de voederwaarde van de voedermiddelen zo nauwkeurig mogelijk wordt geschat. De laatste jaren is bij het samenstellen van mengvoeders steeds meer gebruik gemaakt van lineaire programmeertechnieken. Daarbij bleek dat het voordelig is tot dan toe minder gebruikelijke voedermiddelen in het rantsoen op te nemen.

Een aantal van deze nieuwe grondstoffen vertonen echter een grote variatie in samenstelling en in voederwaarde.

Zoals bekend, worden de grondstoffen in de officiële voederwaardetabellen ingedeeld in een aantal rubrieken met nauwkeurig omschreven grenzen ten aanzien van de samenstelling. Elke rubriek heeft een eigen, gemiddelde voederwaarde. Dit houdt in dat voor de produkten, in samenstelling nabij de genoemde grenzen, een klein verschil in b.v. gehalte aan ruwe celstof een groot verschil in voederwaarde kan betekenen. Boeve (1973) wees er verder op dat het gebruik van gemiddelde voederwaarden tot teleurstellingen kan leiden.

In 1969 heeft Dijkstra een onderzoek ingesteld dat tot doel had na te gaan of, voor de voederwaarde van bijprodukten van tarwebloem, een glijdende schaal mogelijk was, gebaseerd op het gehalte aan ruwe celstof.

Zowel bij hamels als bij varkens bleek er een goed verband te bestaan tussen het gehalte aan ruwe celstof en de verteringscoëfficiënten van de meeste bestanddelen. Dit resulteerde, bij herkauwers, in een goed verband tussen het gehalte aan ruwe celstof en de zetmeelwaarde en, bij varkens, tussen gehalte aan ruwe celstof en netto energiewaarde. Hierdoor werd het dus inderdaad mogelijk om met een glijdende schaal uit het gehalte aan ruwe celstof de verteerbaarheid en de voederwaarde van de onderzochte produkten voor herkauwers en varkens te bepalen.

Deze en soortgelijke resultaten uit onderzoek bij pluimvee zijn reeds verwerkt in de Veevoedertabel 1971.

Het gunstige resultaat was aanleiding met behulp van verteringsproeven na te gaan of soms ook de voederwaarde van maïs en van produkten van de maïsbloem- en maïszetmeelfabrikage direct uit eenvoudige bepalingen is te schatten. Twee reeksen proeven werden uitgevoerd: één door Dijkstra, Boeve en Smits met hamels en één door Boeve, Smits en Dijkstra met varkens. In het eerste deel van deze publikatie worden de proeven met de hamels, in het tweede deel die met de varkens besproken.

Voor het verkrijgen van een aantal van de maïsprodukten hebben de heren

J. Aaikes van Feed Products Ltd te 's-Gravenhage en Ir. A. Gercama van N.V. 'Granaria' te Amersfoort, hun welwillende medewerking verleend, waarvoor onze hartelijke dank.

1 Verteerbaarheid en voederwaarde van maïs en maïsprodukten bij schapen

J. Boeve, N. D. Dijkstra en B. Smits

1.1 Het verloop van de proeven

Voor dit onderzoek werden met diverse produkten afkomstig uit België, Frankrijk en Zuid-Afrika in totaal 16 verteringsproeven (elk met drie hamels) genomen, terwijl wij bovendien nog beschikken over de gegevens van 9 eerder genomen verteringsproeven met maïsprodukten.

Daar krachtvoeders, dus ook de maïsprodukten, niet als enig voer aan herkauwers kunnen worden gegeven, werd aan de hamels tevens ruwvoeder verstrekt. Bij de meeste van deze maïsprodukten was dit hooi en wel 400 g per dag per hamel naast 800 g van de te onderzoeken meelsoort. Van de twee hierbij gebruikte partijen hooi werd in aparte verteringsproeven de verteerbaarheid vastgesteld (Bijlage A). Beide hooisoorten waren van goede kwaliteit en werden goed door de hamels opgenomen. Enkele maïsprodukten wilden de dieren in de aangeboden vorm echter niet opnemen. Deze werden dan tevoren met grasmeelbrokjes en water tot een stevige pap verwerkt en zo aan de dieren verstrekt, dus zonder lang hooi. Tot deze produkten behoorde in de eerste plaats maïsweekwater, doch ook maïsglutenmeel, maïsbloem en maïskiemmeel werden op deze wijze bereid. Naar aanleiding van de bij een vorige proef opgedane ervaringen, werd van maïsweekwater dagelijks 1100 g vermengd met 700 g grasmeel. Van de overige produkten werd 600 g verstrekt naast 600 g grasmeel. Van de twee hiervoor gebruikte partijen grasmeel werd eveneens in aparte verteringsproeven de verteerbaarheid vastgesteld (Bijlage B).

Bij elke proef werd het proefvoeder bemonsterd en voor hamels en varkens apart geanalyseerd. In de meeste gevallen lagen de analyseresultaten zo dicht bij elkaar dat de gemiddelde samenstelling voor beide diersoorten kon worden gebruikt. In sommige gevallen weken de eiwitgehalten en in een enkel geval ook het ruwecelstofgehalte zoveel van elkaar af, dat wij het berekenen van een gemiddelde niet verantwoord achtten. In deze gevallen zijn dan voor de hamels en de varkens iets van elkaar afwijkende analyses gebruikt. Daar de proeven met hamels en varkens niet gelijktijdig konden worden genomen verschilden de droge-stofgehalten enigszins; daarom werd bij elke verteringsproef steeds het droge-stofgehalte gebruikt dat bij de desbetreffende proef was gevonden.

De samenstelling van de onderzochte maïsprodukten is vermeld in tabel 1.

In de op elkaar afgestemde tabellen 1 en 2 zijn de produkten ingedeeld naar het land van herkomst. Bij de Belgische produkten hebben wij te maken met mengsels van maïsprodukten, maar over de verhouding van de diverse componenten zijn wij

Tabel 1. Samenstelling van de met hamels onderzochte maïsprodukten.

	Proef nr	Droge stof (%)	In de droge stof (%)					
			ruw eiwit	ruw vet	overige koolhydr.	ruwe celstof	as	werkelijk eiwit
België / Belgium								
maïs / maize 100 %	V 934	88,46	11,43	9,17	72,10	4,61	2,69	10,31
maïs / maize 50 %	V 937	87,50	11,11	6,82	76,79	3,16	2,12	10,43
maïs / maize 20 %	V 939	88,88	13,10	13,57	64,09	5,08	4,16	11,74
maïs / maize 15 %	V 942	87,76	8,34	6,28	77,20	6,46	1,72	7,32
maïs / maize 10 %	V 945	89,29	10,95	7,66	71,88	7,21	2,30	9,72
maïs / maize 5 %	V 947	88,51	13,38	8,80	73,03	2,05	2,74	12,14
Z. Afrika / South Africa								
zemelen / bran	V 946	90,58	10,26	8,59	67,91	11,02	2,22	8,93
bloem / flour	V 958	86,76	7,18	3,19	87,99	1,05	0,59	6,84
voermeel / hominy feed	V 948	86,44	13,82	2,30	74,47	5,97	3,44	12,01
kiemmeel / germ meal	V 950	88,52	12,53	14,77	64,72	4,31	3,67	10,95
geextr. kiemmeel / extr. germ meal	V 955	87,36	14,04	2,27	72,96	6,80	3,93	12,46
voermeel / feed meal	V 964	88,00	9,80	9,02	76,32	2,71	2,15	8,95
Frankrijk / France								
kiemmeel / germ meal	V 943	91,56	25,77	7,23	53,13	12,25	1,62	22,44
zemelen / bran	V 940	87,52	16,57	2,80	64,95	13,68	2,00	12,31
weekwater / steepwater	V 941	51,70	46,35	9,92	25,62	0,87	17,24	8,11
glutenmeel / gluten meal	V 944	88,52	70,20	1,60	24,98	1,68	1,54	67,55
	Trial no.	Dry matter (%)	crude protein	crude fat	N-free extract	crude fibre	ash	true protein
			In dry matter (%)					

Table 1. Composition of the maize products used in the trials with wethers.

Tabel 2. Gemiddelde verteringscoëfficiënten van de met hamels onderzochte maïsprodukten.

	Proef nr	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Overige kool-hydraten	Ruwe celstof	Werkelijk eiwit
België / Belgium								
maïs / maize 100 %	V 934	79,7	81,7	59,9	85,0	90,7	- 5,7	59,4
maïs / maize 50 %	V 937	84,9	86,5	62,8	77,9	94,1	1,2	64,2
maïs / maize 20 %	V 939	80,5	83,1	68,4	77,0	91,5	29,5	68,1
maïs / maize 15 %	V 942	74,3	75,3	42,4	81,4	83,8	10,0	40,1
maïs / maize 10 %	V 945	78,5	79,9	58,4	83,6	87,3	34,4	58,3
maïs / maize 5 %	V 947	85,4	87,5	69,0	84,1	95,2	-53,9	69,4
Z. Afrika / South Africa								
zemelen / bran	V 946	76,2	77,8	53,5	88,2	84,6	52,4	52,5
bloem / flour	V 958	90,0	90,4	53,8	85,1	95,7	-84,6	60,5
voermeel / hominy feed	V 948	86,3	87,9	74,0	86,6	92,0	74,2	73,2
kiemmeel / germ meal	V 950	80,4	82,8	61,7	87,3	90,1	23,3	61,9
geëxtr. kiemmeel / extr. germ meal	V 955	85,7	87,4	73,1	73,0	92,1	69,7	72,4
voermeel / feed meal	V 964	88,8	91,2	60,0	93,7	96,6	60,5	61,7
Frankrijk / France								
kiemmeel / germ meal	V 943	77,7	79,4	75,0	88,2	83,6	67,7	76,7
zemelen / bran	V 940	79,5	81,2	75,7	66,7	84,5	77,4	69,6
weekwater / steepwater	V 941	84,2	90,6	87,0	93,3	102,4	-37,0	65,0
glutenmeel / gluten meal	V 944	97,3	96,9	96,6	26,1	103,8	96,9	96,9
	Trial no.	Dry matter	Organic matter	Crude protein	Crude fat	N-free extract	Crude fibre	True protein

Table 2. Average digestion coefficients of the maize products used in the trials with wethers.

Tabel 3. Samenstelling van vroeger met schapen onderzochte maïsprodukten.

	Proef nr.	Droge stof (%)	In de droge stof (%)					
			ruw eiwit	ruw vet	overige kool-hydraten	ruwe celstof	as eiwit	werkelijk
Hoorn								
kiemmeel / germ meal	V 799	98,09	23,47	8,55	54,67	12,21	1,10	19,95
weekwater / steepwater	V 805	49,22	41,57	2,26	41,85	1,20	13,12	10,69
zemelen, grof / bran, coarse	V 808	88,38	10,14	3,30	68,95	17,11	0,50	8,03
zemelen, gemengd / bran, mixed	V 849	88,78	12,15	2,53	68,70	16,19	0,43	10,28
voermeel / hominy feed	V 852	91,10	12,74	2,00	72,30	9,86	3,10	11,46
Maarheeze								
glutenmeel / gluten meal	MV 195	91,61	74,02	2,99	20,58	1,21	1,20	72,67
zemelen, fijn / bran, fine	MV 201	90,07	28,21	1,78	59,66	8,72	1,63	25,28
zemelen, gemengd / bran, mixed	MV 203	88,77	12,40	3,20	68,14	15,76	0,50	10,81
geëxtr. kiemmeel / extr. germ meal	MV 206	85,44	23,32	2,20	59,29	10,56	4,63	15,79
	Trial no.	Dry matter (%)	crude protein	crude fat	N-free extract	crude fibre	ash	true protein
			In dry matter (%)					

Table 3. Composition of maize products used in earlier trials with wethers.

Tabel 4. Gemiddelde verteringscoëfficiënten van vroeger met schapen onderzochte maïsprodukten.

	Proef nr	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Overige kool-hydraten	Ruwe celstof	Werkelijk eiwit
Hoorn								
kiemmeel / germ meal	V 799	76,0	77,1	69,3	78,7	80,5	75,0	69,5
weekwater / steepwater	V 805	82,0	87,7	86,3	84,9	91,9	-10,1	66,6
zemelen, grof / bran, coarse	V 808	65,4	66,2	49,3	71,0	68,3	66,9	42,2
zemelen, gemengd / bran, mixed	V 849	80,1	80,7	70,4	54,8	83,7	79,7	67,5
voermeel / hominy feed	V 852	78,7	80,3	67,6	74,2	84,3	68,3	68,7
Maarheeze								
glutenmeel / gluten meal	MV 195	95,5	95,3	95,9	70,6	93,3	147,7	95,6
zemelen, fijn / bran, fine	MV 201	90,8	91,2	88,5	78,7	92,6	92,4	89,1
zemelen, gemengd / bran, mixed	MV 203	84,3	84,5	67,9	69,0	87,6	88,3	66,2
geëxtr. kiemmeel / extr. germ meal	MV 206	85,6	88,6	84,2	66,2	90,5	92,1	82,2
	Trial no.	Dry matter	Organic matter	Crude protein	Crude fat	N-free extract	Crude fibre	True protein

Table 4. Average digestion coefficients of maize products used in earlier trials with wethers.

— ondanks herhaalde pogingen onzerzijds — niets te weten kunnen komen. De naam van het produkt is voor ons doel evenwel niet belangrijk.

In principe werden alle verteringsproeven steeds met drie dieren genomen, doch in twee gevallen waren de resten van één dier zo groot, dat de uitkomsten te onbetrouwbaar waren en niet in de verdere berekening betrokken mochten worden. De resultaten van de verteerbaarheidsbepaling van de afzonderlijke dieren zijn vermeld in Bijlage C. Uit deze gegevens blijkt voorts, dat in twee gevallen de uitkomsten van één dier zo sterk van die van de andere twee afweken, dat wij de gegevens van dit dier bij de berekening van het gemiddelde in de betreffende proef buiten beschouwing hebben gelaten. Ook was er nog één geval, waarin alleen de verteringscoëfficiënt van eiwit van één dier bij de berekening van het gemiddelde buiten beschouwing is gelaten. Dit vond een enkele keer plaats als het gehalte aan droge stof van de mest lager was dan dat van zijn partners. Alle geëlimineerde verteringscoëfficiënten zijn tussen haakjes geplaatst.

Een overzicht van de gemiddelde verteringscoëfficiënten is gegeven in tabel 2.

Van de vermelde negen eerder genomen verteringsproeven met maïsprodukten zijn er vijf aan het instituut te Hoorn en vier in de dependance te Maarheeze genomen. De proeven in Hoorn zijn op dezelfde wijze uitgevoerd als de hiervoor vermelde, gedeeltelijk met 800 g produkt naast 400 g hooi of, als dit niet mogelijk was met behulp van grasmeel, waarbij de dieren in totaal ook ongeveer 1100 g droge stof ontvingen, waarvan ongeveer de helft afkomstig was van het te onderzoeken produkt.

Bij de proeven te Maarheeze is van het te onderzoeken produkt steeds slechts 400 g gevoerd naast 400 g hooi, zodat het totale rantsoen slechts ongeveer 700 g droge stof bevatte, dus een veel geringere hoeveelheid. Aangezien de grootte van het rantsoen invloed heeft op de verteerbaarheid, zijn de gegevens uit Maarheeze vergeleken met de rest. Inderdaad bleken de aldaar verkregen verteringscoëfficiënten duidelijk hoger te liggen, zodat ze bij de verdere berekeningen niet konden worden gebruikt.

De samenstelling van de eerder onderzochte maïsprodukten is vermeld in tabel 3.

De verteringscoëfficiënten van de afzonderlijke dieren zijn vermeld in de Bijlagen D en E en een overzicht van de gemiddelde verteringscoëfficiënten is gegeven in tabel 4.

1.2 Berekening van de verteerbaarheid voor herkauwers

Bij bestudering van de gegevens uit de tabellen 1 en 2 bleek reeds dadelijk, dat het verband tussen samenstelling en voederwaarde bij maïsprodukten gecompliceerder was dan in de vorige studie over de tarweprodukten (Dijkstra, 1969). Daar hadden wij toen te maken met produkten, die alle afkomstig waren van de droge bereiding, waarbij het gehalte aan ruw vet slechts weinig varieerde.

De onderzochte maïsprodukten zijn zowel afkomstig van de droge als van de natte bereiding, terwijl ook het vetgehalte van de diverse produkten zeer grote verschillen vertoont. Daarom zijn bij deze maïsprodukten de afzonderlijke chemi-

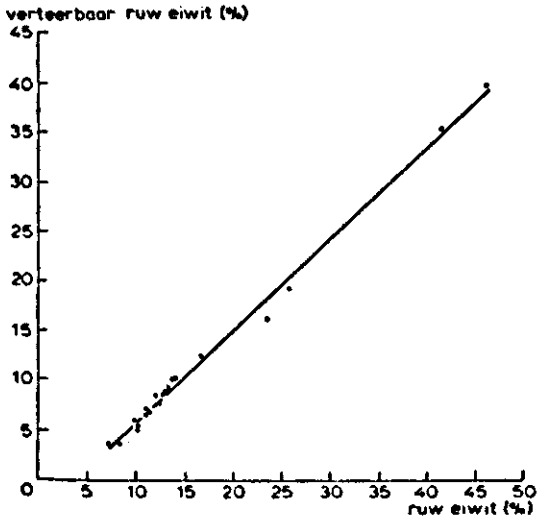

Fig. 1. Grafisch verband tussen het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit en het gehalte aan ruw eiwit.

Fig. 1. Relation between content of digestible crude protein and crude protein content.

sche bestanddelen één voor één bestudeerd. Daar wij te maken hadden met gegevens van verteringsproeven, waarbij alle analyses steeds omgerekend worden op de droge stof, hebben in de volgende berekeningen alle analyses steeds betrekking op gehalten in de droge stof.

Ruw eiwit In fig. 1 zijn tegen elkaar uitgezet het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit (y) tegen het gehalte aan ruw eiwit (x). In deze figuur is het punt dat betrekking had op glutenmeel (V 944) weggelaten. Dit gehalte was zo hoog, dat dit ene punt de richting van de regressielijn te sterk zou beïnvloeden. De in de figuur getrokken regressielijn heeft tot formule:

$y = 0{,}937\,x - 3{,}62$

s.d. (standaardafwijking) = 0,799. Dit tamelijk lage getal is bevredigend, terwijl de betrouwbaarheid van de regessiecoëfficiënt (a) blijkt uit zijn kleine middelbare afwijking: $a = 0{,}937 \pm 0{,}017$.

Werkelijk eiwit Daar de zetmeelwaarde van krachtvoer voor herkauwers nog steeds volgens de conventionele methode van Kellner met behulp van het gehalte aan verteerbaar werkelijk eiwit wordt berekend, moet ook dit in de berekening worden betrokken.

In fig. 2 is het gehalte aan verteerbaar werkelijk eiwit (y_w) uitgezet tegen het gehalte aan werkelijk eiwit (x_w). Ook in deze figuur is het cijfer dat betrekking heeft op het glutenmeel weggelaten.

De in de figuur getekende regressielijn heeft tot formule:

$y_w = 0{,}865\,x_w - 2{,}39$

s.d. = 0,609, dus heel bevredigend.

De regressiecoëfficiënt $a = 0{,}865 \pm 0{,}037$.

Fig. 2. Grafisch verband tussen het gehalte aan verteerbaar werkelijk eiwit en dat aan werkelijk eiwit.

Fig. 2. Relation between content of digestible true protein and true protein content.

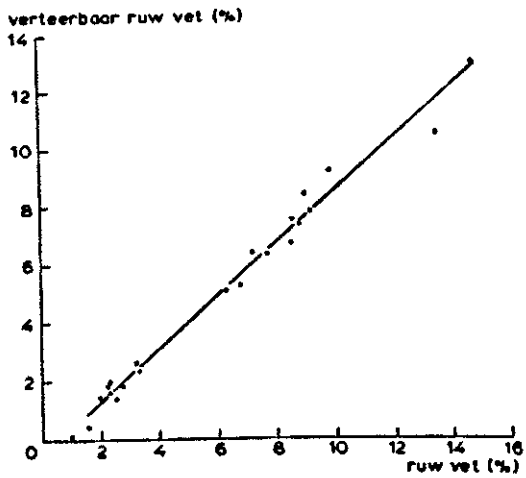

Fig. 3. Grafisch verband tussen het gehalte aan ruw vet en het gehalte aan verteerbaar ruw vet.

Fig. 3. Relation between crude fat content and content of digestible crude fat.

Ruw vet In navolging van hetgeen wij gewend zijn toe te passen bij ruw eiwit, werd in fig. 3 tegen elkaar uitgezet het gehalte aan ruw vet (x) op de horizontale as en het gehalte aan verteerbaar ruw vet (y) op de verticale as.
De in de figuur getekende regressielijn heeft tot formule:

$$y = 0{,}888\ x - 0{,}39.$$

s.d. = 0,484, wat bevredigend kan worden genoemd.
De regressiecoëfficiënt $a = 0{,}888 \pm 0{,}028$.

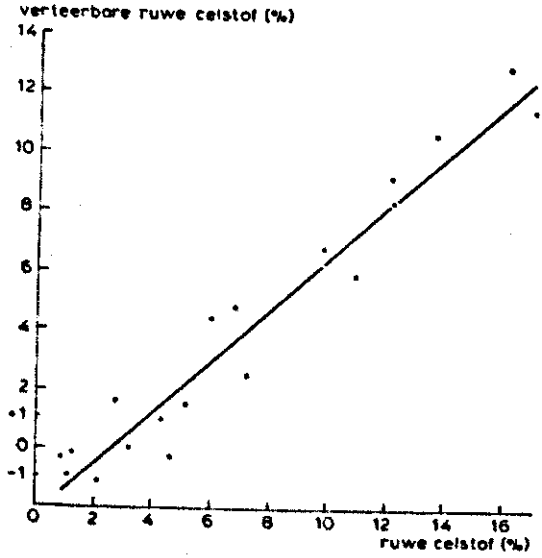

Fig. 4. Grafisch verband tussen het gehalte aan ruwe celstof en dat aan verteerbare ruwe celstof.

Fig. 4. Relation between crude fibre content and content of digestible crude fibre.

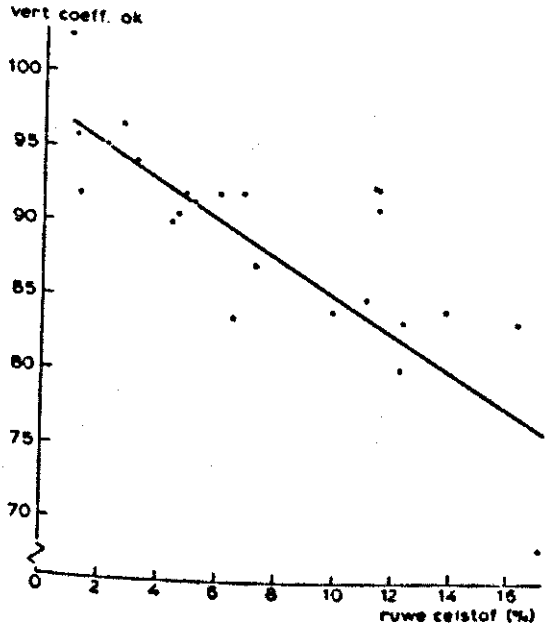

Fig. 5. Grafisch verband tussen de verteringscoëfficiënten van de overige koolhydraten en het gehalte aan ruwe celstof in de droge stof.

Fig. 5. Relation between digestion coefficient of N-free extract and crude fibre content in dry matter.

Ruwe celstof Ook voor de ruwe celstof werd dezelfde berekeningsmethode toegepast. In fig. 4 zijn tegen elkaar uitgezet het gehalte aan ruwe celstof (x) op de horizontale as en dat aan verteerbare ruwe celstof (y) op de verticale as. Ook hiertussen bleek een behoorlijk verband te bestaan.
De formule van de in de figuur getrokken regressielijn is:

$$y = 0{,}853\ x - 2{,}20$$

s.d. = 1,29; de regressiecoëfficiënt $a = 0{,}853 \pm 0{,}058$.

Overige koolhydraten Bij de overige koolhydraten tenslotte werd dezelfde methode gevolgd, die indertijd ook bij de tarweprodukten is toegepast. In fig. 5 zijn de verteringscoëfficiënten van de overige koolhydraten (y) uitgezet tegen het gehalte aan ruwe celstof in de droge stof (x).
De in de figuur getekende regressielijn heeft tot formule:

$$y = -1{,}271\ x + 97{,}78$$

s.d. = 3,62; de regressiecoëfficiënt a = $-1{,}271 \pm 0{,}163$.

Uit de aard der zaak is de standaardafwijking veel groter en is ook de middelbare afwijking van de regressiecoëfficiënt groter dan bij de voorgaande formules. Toch blijkt ook bij de maïsprodukten de verteerbaarheid van de overige koolhydraten — die bij de meeste produkten verreweg het hoofdbestanddeel uitmaken — duidelijk afhankelijk te zijn van het ruwe-celstofgehalte. Verder geeft de formule aan, dat in een produkt dat vrijwel geen ruwe celstof bevat de overige koolhydraten voor ongeveer 97 % verteerbaar zijn; een vrijwel gelijk resultaat als bij de produkten van tarwe is gevonden.

Daar glutenmeel een zeer hoog eiwitgehalte bezit en bij de berekening van het verteerbaar eiwit dit produkt buiten beschouwing is gelaten, is ook bij de volgende berekeningen dit produkt niet meegenomen.

1.3 De voederwaarde

Indirecte berekeningswijze De voederwaarden van de 16 maïsprodukten, waarmee nu verteringsproeven zijn genomen, en van de vijf produkten die vroeger in Hoorn zijn onderzocht, zijn vermeld in tabel 5.

Bij de berekening van de zetmeelwaarde deden zich enkele moeilijkheden voor. Bij de zetmeelwaardeberekening volgens Kellner wordt bij de energiewaardering van het eiwit gebruik gemaakt van het gehalte aan verteerbaar werkelijk eiwit. In het algemeen is bij de diverse krachtvoeders het verschil tussen ruw eiwit en werkelijk eiwit, dus het gehalte aan 'amiden' gering. Er zijn echter enkele voedermiddelen, waarbij het gehalte aan 'amiden' hoog is b.v. ten gevolge van een voorbehandeling, waarbij reeds een gedeeltelijke hydrolyse van het eiwit optreedt. De vrijgekomen aminozuren of brokstukken van aminozuren blijven bij de bepaling van het werkelijk eiwit in oplossing en worden daardoor niet bepaald. Bij dergelijke produkten is bij het opstellen van de nieuwe 'Veevoedertabel' een afwijkende gedragslijn gevolgd. In deze produkten is een aminozuuranalyse verricht en wordt het verschil tussen het ruw eiwit (totaal-N × 6,25) en de som van de aminozuren-stikstof vermenigvuldigd met 6,25 als amiden beschouwd. Deze zelfde gedragslijn is ook gevolgd bij maïsweekwater. In een monster met een droge-stofgehalte van 51,97 % werd bij 24,09 % ruw eiwit een gehalte aan werkelijk eiwit gevonden van slechts 6,31 %. De aminozuuranalyse van dit produkt is vermeld in tabel 6. Het totaal aan aminozuren-stikstof is 3,011, dit komt bij vermenigvuldigen met 6,25 overeen met 18,82 % eiwit. Dit is 78,1 % van het totaal aanwezige eiwit. Bijgevolg is het gehalte aan 'amiden' 21,9 % van het ruw-eiwitgehalte. Dit percentage is gebruikt

Tabel 5. De voederwaarde van 21 maïsprodukten voor herkauwers.

	Proef nr.	In de droge stof			In het produkt			
		verteerb. ruw eiwit (%)	verteerb. werkelijk eiwit (%)	gzw/kg	droge stof (%)	verteerb. ruw eiwit (%)	verteerb. werkelijk eiwit (%)	gzw/kg
maïs / maize								
100 %	V 934	6,85	6,12	914	88,46	6,06	5,41	809
50 %	V 937	6,98	6,70	936	87,50	6,11	5,86	819
20 %	V 939	8,96	7,99	960	88,88	7,96	7,10	853
15 %	V 942	3,54	2,94	801	87,76	3,11	2,58	703
10 %	V 945	6,39	5,67	853	89,29	5,71	5,06	762
5 %	V 947	9,23	8,43	985	88,51	8,17	7,46	872
zemelen / bran	V 946	5,49	4,69	822	90,58	4,97	4,25	745
bloem / flour	V 958	3,86	4,14	953	86,76	3,35	3,59	827
voermeel / hominy feed	V 948	10,23	8,79	837	86,44	8,84	7,60	724
kiemmeel / germ meal	V 950	7,73	6,78	1012	88,52	6,84	6,00	896
geëxtr. kiemmeel / germ meal, extr.	V 955	10,26	9,02	811	87,36	8,96	7,88	708
voermeel / feed meal	V 964	5,88	5,52	1048	88,00	5,17	4,86	922
kiemmeel / germ meal	V 943	19,33	17,21	792	91,56	17,70	15,76	725
zemelen / bran	V 940	12,54	8,57	704	87,52	10,98	7,50	616
weekwater / steepwater	V 941	40,32	30,18	821	51,70	20,85	15,60	424
glutenmeel / gluten meal	V 944	67,81	65,46	904	88,52	60,03	57,95	800
kiemmeel / germ meal	V 799	16,26	13,87	769	98,09	15,95	13,61	754
weekwater / steepwater	V 805	35,87	26,77	693	49,22	17,66	13,18	341
zemelen, grof / bran, coarse	V 808	5,00	3,39	591	88,38	4,42	3,00	522
zemelen, gemengd / bran, mixed	V 849	8,55	6,94	697	88,78	7,59	6,16	619
voermeel / hominy feed	V 852	8,61	7,87	732	90,10	7,76	7,09	660
		dig. crude protein (%)	dig. true protein (%)	starch equival. (g/kg)	dry matter (%)	dig. crude protein (%)	dig. true protein (%)	starch equivalent (g/kg)
	Trial no.	In dry matter			In product			

Table 5. The nutritive value of 21 maize products for ruminants.

Tabel 6. Aminozurenanalyse van een monster maïsweekwater.

	Gehalte (%)	Factor	Stikstof (%)
isoleucine	0,74	0,107	0,079
leucine	1,60	0,107	0,171
lysine	1,50	0,192	0,288
methionine	0,63	0,094	0,059
cystine	0,52	0,117	0,061
fenylalanine / phenylalanine	0,74	0,085	0,063
fenylanine	0,38	0,077	0,029
tyrosine	0,82	0,118	0,097
threonine	0,22	0,137	0,030
valine	1,21	0,120	0,145
arginine	1,05	0,321	0,337
histidine	0,94	0,271	0,255
alanine	1,99	0,157	0,312
asparaginezuur / aspartic acid	1,49	0,105	0,156
glutaminezuur / glutamic acid	3,35	0,095	0,318
glycine	1,17	0,186	0,218
proline	2,04	0,122	0,249
serine	1,08	0,133	0,144
som / total			3,011
	Content (%)	Factor	Nitrogen (%)

Table 6. Amino acids in a sample maize steepwater.

bij de berekening van het gehalte aan verteerbaar werkelijk eiwit van de beide monsters maïsweekwater uit tabel 5.

Een tweede moeilijkheid leverde het vaststellen van het waardecijfer op.

Met behulp van de waardecijfers van een drietal maïsprodukten uit de nieuwe 'Veevoedertabel', nl.: maïs (2,4 % ruwe celstof) waardecijfer 99; maïsvoermeel (6,4 % ruwe celstof) waardecijfer 95 en maïszemelgrint (9,9 % ruwe celstof) waardecijfer 91, werd een regressielijn berekend, nl.:

waardecijfer = $-1{,}07\ x + 101{,}6$,

waarin x het ruwe-celstofgehalte is. Het maximum is vanzelfsprekend 100, welke wordt toegekend aan maïsprodukten met een ruwe-celstofgehalte beneden 2 %.

Vergeleken met de tarweprodukten daalt het waardecijfer met toenemend ruwe-celstofgehalte veel minder snel, nl. 2,52 per % ruwe celstof bij tarweprodukten tegen slechts 1,07 bij de maïsprodukten. Dit is in overeenstemming met onze verwachtingen, daar de daling van de verteringscoëfficiënt van de overige koolhydraten met toenemend gehalte aan ruwe celstof ook veel minder snel is dan bij de tarweprodukten, nl. 1,27, tegen 2,24 per % ruwe celstof.

Directe berekeningswijze Met de in 1.2 en 1.3 genoemde formules, waarbij resp. de hoeveelheid verteerde bestanddelen en het waardecijfer afgeleid kunnen worden van de chemische samenstelling, is van een te verwerken grondstof de voederwaarde te berekenen. Een bezwaar van deze indirecte methode is echter, dat eventuele interacties tussen de bestanddelen niet tot uitdrukking komen. Door directe — meervoudige — verbanden tussen de voederwaarde en bepaalde chemische bestanddelen te berekenen wordt dit bezwaar ondervangen. Tevens is het mogelijk inzicht te krijgen in de rest-standaardafwijking, een bron van informatie over de betrouwbaarheid van de te gebruiken voederwaardecijfers.

In tabel 7 zijn verbanden tussen gzw en vre en enige chemische bestanddelen aangegeven. Aan de schatting van de gzw kleeft een reststandaardafwijking van 4,5 %, aan die van het vre van 5,9 %. Uit tabel 8 komt naar voren, dat de schatting van de voederwaarde van nauw verwante produkten met een aanzienlijk grotere nauwkeurigheid kan geschieden. De standaardafwijking van de uit België en Zuid-Afrika afkomstige produkten was respectievelijk 1,0 en 3,8 %. Dit wijst er op, dat de schatting van de voederwaarde van verwante produkten nauwkeuriger is, wanneer men voor deze een aparte formule afleidt en gebruikt dan wanneer de algemene formule gebruikt wordt.

Tabel 7. Verband tussen de gzw en vre enerzijds en enige chemische bestanddelen anderzijds bij alle produkten (voor vre uitgezonderd maïsglutenmeel).

(gzw – 833,40) = *a* (rc – 69,30) + *b* (as – 34,50) + *c* (rvet – 63,20) + *d* (re – 188,00)

a	*b*	*c*	*d*	restspreiding / residual deviation (%)
-1,7552				10,3
-2,3152	-1,5047			8,1
-2,0729	-1,5366	+1,4006		4,5
-2,0799	-1,5162	+1,3861	-0,0122	4,7

(vre – 116,00) = *a* (re – 162,30) + *b* (as – 35,40)

a	*b*	restspreiding / residual deviation (%)
+0,9370		6,9
+0,8590	+0,2260	5,7

Table 7. Relationship between the energetic feeding value (starch equivalent) and digestible crude protein and some chemical components of all products (for dcp without maize gluten). For meaning of the abbreviations see Tables 1-5, second article.

Tabel 8. Verband tussen gzw en enige chemische bestanddelen bij de serie produkten afkomstig uit België en Zuid-Afrika.

België:
(gzw – 900,70) = *a* (we – 102,80) + *b* (rvet – 87,20) + *c* (rc – 47,60)

a	*b*	*c*	restspreiding / residual deviation (%)
+3,9904			2,4
+4,2512	–0,2593		2,7
+2,2811	+0,4719	–1,6163	1,0

Zuid-Afrika:
(gzw – 910,40) = *a* (rc – 53,10) + *b* (as – 26,70) + *c* (rvet – 66,90)

a	*b*	*c*	restspreiding residual deviation (%)
–2,3375			8,6
–2,3240	–0,0909		10,0
–2,2507	–0,9064	+1,3456	3,8

Table 8. Relationship between the energetic feeding value (starch equivalent) and some chemical components of the products from Belgium and South Africa. For meaning of the abbreviations see Tabels 1-5, second article.

Tabel 9. Vergelijking tussen de verteringscoëfficiënten in vivo en in vitro van de organische stof (vc os).

Proef nr	Vc os in vivo	Vc os in vitro	Verschil	Proef nr	Vc os in vivo	Vc os in vitro	Verschil
V 934	81,7	83,8	–2,1	V 948	87,9	89,6	–1,7
V 937	86,5	86,6	–0,1	V 950	82,8	82,4	+0,4
V 939	83,1	81,7	+1,4	V 955	87,4	92,7	–5,3
V 942	75,3	80,3	–5,0	V 964	91,2	87,9	+3,3
V 945	79,9	82,8	–2,9	V 943	79,4	83,8	–4,4
V 947	87,5	86,7	+0,8	V 940	81,2	83,3	–2,1
V 946	77,8	82,6	–4,8	V 944	96,9	88,4	–8,5
V 958	90,4	91,2	–0,8				
Trial no.	Dc om in vivo	Dc om in vitro	Difference	Trial no.	Dc om in vivo	Dc om in vitro	Difference

Table 9. Comparison of digestion coefficients of organic matter (dc om) in vivo and in vitro.

1.4 De verteerbaarheid in vitro

Tenslotte werd in de meeste van de gebruikte produkten de verteerbaarheid in vitro van de organische stof bepaald, volgens de methode van Tilley en Terry (zie Van der Koelen & Dijkstra, 1971). De vergelijking met de verteringscoëfficiënten van de organische stof, die met behulp van hamels zijn bepaald is gegeven in tabel 9.

Uit deze tabel blijkt, dat bij deze krachtvoeders de verteringscoëfficiënten in vitro van de organische stof in het algemeen iets hoger liggen dan de waarden, die met behulp van hamels zijn verkregen. Het gemiddelde verschil bedroeg 1,7 eenheden. Dit resultaat is wel in overeenstemming met wat wij bij ruwvoeders hebben gevonden (Van der Koelen & Dijkstra, 1971). Daar vonden wij nl. dat bij lage verteerbaarheid van het materiaal de waarden in vivo hoger waren dan de cijfers in vitro, terwijl in voeders met hoge verteerbaarheid juist de cijfers in vitro de hoogste waren. Hiertussen kon een punt worden berekend, waarbij de verteerbaarheidsbepalingen in vivo en in vitro aan elkaar gelijk waren. Dit punt lag bij hooi bij een verteerbaarheid van de organische stof van 70,3 bij vers gras bij 79,5 en bij kuilgras bij 81,5 %. Aangezien bij dit materiaal alle waarden in vitro boven de 80 % en een paar zelfs boven de 90 % liggen, ligt dus een iets te hoge waarde bij het onderzoek in vitro wel voor de hand.

Wanneer de resultaten van proef V 944 buiten beschouwing worden gelaten, omdat dit produkt voor het overgrote deel uit eiwit bestaat, dan valt er een correlatie van 0,84 te berekenen tussen de verteringscoëfficiënten in vivo en in vitro van de organische stof.

Aangezien de produkten slechts betrekking hebben op maïsprodukten, waarvan een aantal bovendien nauw aan elkaar verwant was, heeft het gevonden verband een beperkte waarde. Er dient nog systematisch te worden nagegaan of voor krachtvoeders in zijn algemeenheid of binnen reeksen van krachtvoeders de verteerbaarheid in vitro als een betrouwbare maat kan worden beschouwd voor de vertering in vivo.

Samenvatting

Van 25 nevenprodukten van de maïsverwerkende industrie werd de verteerbaarheid bij hamels bepaald.

De samenstelling van de produkten is weergegeven in de tabellen 1 en 3. De berekende voederwaarde is vermeld in tabel 5. Bij maïsweekwater is als het werkelijk eiwitgehalte aangenomen de som van de stikstof uit aminozuren maal 6,25 (tabel 6).

De resultaten van de proeven zijn vermeld in de tabellen 2 en 4. De resultaten van de proeven te Maarheeze werden bij berekening van de voederwaarde buiten beschouwing gelaten, omdat het voederregime in deze serie proeven erg laag was (ca. 700 g ds) vergeleken met de overige proeven (ca. 1100 g ds).

De figuren 1, 2, 3 en 4 laten enkelvoudige verbanden tussen ruw eiwit, werkelijk eiwit, ruw vet, ruwe celstof en de verteerde bestanddelen ervan zien. Fig. 5 geeft het lineaire verband tussen de hoeveelheid ruwe celstof en de verteringscoëfficiënt van de overige koolhydraten.

Tabel 7 geeft directe verbanden tussen de berekende energetische voederwaarde en het berekende verteerbaar ruw-eiwitgehalte en enige chemische bestanddelen. De standaardafwijking als percentage van het gemiddelde is bij de energetische voederwaarde 4,5 en bij het verteerbaar ruw-eiwitgehalte 5,7. Voor delen van het materiaal, bestaande uit verwante produkten, werden lagere standaardafwijkingen gevonden.

Van de meeste produkten werd de verteerbaarheid in vitro bepaald. Meer onderzoek zal moeten uitwijzen of bij krachtvoeders de verteerbaarheid in vitro een betrouwbare maatstaf is voor de verteerbaarheid in vivo.

Summary

Digestibility and feeding value of maize and some maize products for sheep

The digestibility of 25 products of the maize processing industry was determined with wethers.

The chemical composition of the products is given in Table 1 and Table 3 and the calculated feeding value in Table 5. The true protein content from maize steepwater is calculated as the sum of the nigtrogen from the amino acids multiplied by 6.25 (Table 6). The results of the trials are reported in Tables 2 and 4. The results of the trials at Maarheeze were not included because the daily food-intake was too low (700 g dm) in comparison with the other trials (1100 g dm).

The Figs 1, 2, 3 and 4 show simple relationships between crude protein, true protein, crude fat, crude fibre and the digested components. Figure 5 gives the linear relationship between the amount of crude fibre and the digestion coefficient of the N-free extract.

Table 7 shows the direct relationships between the calculated energetic feeding value, the calculated digestible crude protein content and some chemical components. The standard deviation as a percentage of the average is 4.5 and 5.7 for the energetic feeding value and the digestible crude protein content respectively.

The standard deviations for some parts of the material, consisting of related products, were lower.

The digestibility of most products was determined in vitro. More research is needed to show whether the digestibility of concentrates in vitro is a reliable standard for digestibility in vivo.

Literatuur

Dijkstra, N. D., 1969. Verteerbaarheid en voederwaarde van de bijprodukten verkregen bij de bereiding van tarwebloem. Versl. landbouwk. Onderz. 730.

Koelen, C. J. van der & N. D. Dijkstra, 1971. Bepaling van de verteerbaarheid in vitro als hulpmiddel bij de schatting van de voederwaarde van ruwvoeders. Landbouwk. Tijdschr. 83: 12.

Tilley, J. M. & R. A. Terry, 1963. A two-stage technique for the in-vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18: 104-111.

Veevoedertabel 1971. Gegevens over voederwaarde, verteerbaarheid en samenstelling. Centraal Veevoederbureau in Nederland.

2 Verteerbaarheid en voederwaarde van maïs en maïsprodukten bij varkens

J. Boeve, B. Smits en N. D. Dijkstra

2.1 Samenstelling van de belangrijkste maïsprodukten

De voor de veevoeding belangrijkste maïsprodukten ontstaan bij de bereiding van maïsbloem/gries — het z.g. droge procédé — en bij de bereiding van maïszetmeel — het z.g. natte procédé.

Door uitmalen wordt in het droge procédé de voor de menselijke consumptie bestemde maïsbloem verkregen. Het belangrijkste produkt voor de veevoeding is hierbij het maïsvoermeel, dat een mengsel is van de bast (zemelen), de kiem en het resterend deel van het meellichaam. Bij dit procédé kunnen verder nog een gedeelte van de maïskiemen en de zemelen vrijkomen, maar deze worden meestal niet als zodanig verwerkt in de dierlijke voeding maar eerst met elkaar vermengd. Aan de maïskiemen wordt dan vaak de olie onttrokken. Door de verhouding bast, kiem en meellichaam te variëren, kunnen dan ook produkten ontstaan met een grote variatie in samenstelling en voederwaarde. De grenzen tussen rubrieken zoals deze in de Lijst van Veevoeders vermeld worden, zijn daarom vaak arbitrair. Zo vallen produkten, die onder de naam 'hominy chop' in de handel worden gebracht, voor wat de samenstelling en voederwaarde betreft nu eens in de rubriek van maïsvoermeel, dan weer in die van maïszemelgrint.

Bij het natte procédé ontstaat het voor de veevoeding zo belangrijke maïsglutenvoer. Dit is een mengsel van het weekwater, waarin o.a. de in water opgeloste bestanddelen van de maïs aanwezig zijn, en de kiem, de zemelen en de gluten. Door de verhouding binnen dit mengsel te variëren kunnen variaties in samenstelling en voederwaarde ontstaan. Tevens is het mogelijk, dat één van de bestanddelen ongemengd in de handel wordt gebracht.

2.2 Opzet en verloop van de proeven

Produkten In totaal zijn in de loop der jaren dertig produkten bij varkens op verteerbaarheid onderzocht. Het betreft hier zowel produkten van het droge als van het natte procédé. Om na te gaan hoe de verteerbaarheid is van produkten, die afkomstig zijn van één fabriek, zijn een drietal reeksen produkten rechtstreeks van de fabriek betrokken (groepen DZA, DB en NF, tabel 1). De samenstellingen van de onderzochte produkten zijn vermeld in tabel 2. De naamsaanduiding van groep DB is onder code. Er is verder naar gestreefd zoveel mogelijk de officiële benaming volgens de Lijst van Veevoeders te volgen.

Tabel 1. Indeling van de proeven in groepen.

Code groep	Verteringsproeven	Opmerkingen
T	alle / all	
D	228 t/m 238 240 t/m 242 32	produkten van het droge procédé / products of the milling process (dry procedure)
HR	148, 159, 164 + 177, 168 t/m 170, 179, 235, 243, 244	produkten, waarbij het rc/ds gehalte ⩾ 9 % / products with a crude fibre content in dm ⩾ 9 %
DZA	235 t/m 237 240 t/m 242	produkten van het droge procédé, afkomstig van één fabriek uit Zuid-Afrika / products of the dry procedure from a factory in South Africa
DB	229 t/m 234	produkten van het droge procédé, afkomstig van één fabriek uit België / products of the dry procedure from a factory in Belgium
NF	243 t/m 246	produkten van het natte procédé, afkomstig van één fabriek uit Frankrijk / products of the wet procedure from a factory in France

Code group	Digestion trials	Remarks

Table 1. Grouping of the trials.

Tabel 2. Samenstelling van de maïsprodukten.

	Verterings-proef nr	Droge stof (%)	In de droge stof (%)					
			ruw eiwit	ruw vet	overige koolhy-draten	ruwe celstof	as	werkelijk eiwit
Groep DB / Group DB								
maïs / maize 100 %	VV 229	88,50	11,43	9,17	72,10	4,61	2,69	10,31
maïs / maize 50 %	VV 230	87,70	11,11	6,82	76,79	3,16	2,12	10,43
maïs / maize 20 %	VV 231	88,66	13,89	16,51	60,52	4,04	5,04	12,56
maïs / maize 15 %	VV 232	87,78	8,34	6,28	77,20	6,46	1,72	7,32
maïs / maize 10 %	VV 233	89,06	10,95	7,66	71,88	7,21	2,30	9,72
maïs / maize 5 %	VV 234	87,74	13,38	8,80	73,03	2,05	2,74	12,14
Groep DZA / Group DZA								
zemelen / bran	VV 235	87,04	9,74	8,59	66,57	12,88	2,22	8,54
voermeel / hominy feed	VV 236	86,84	13,15	2,30	75,14	5,97	3,44	12,01
bloem / flour	VV 237	87,33	7,18	3,19	87,99	1,05	0,59	6,84
kiemmeel /germ meal	VV 240	87,44	12,53	14,77	64,72	4,31	3,67	10,95
kiemmeel /germ meal	VV 241	86,70	12,72	2,27	74,28	6,80	3,93	11,35
voermeel / feed meal	VV 242	87,57	9,80	9,02	76,32	2,71	2,15	8,95
Groep NF / Group NF								
zemelen / bran	VV 243	90,72	16,05	2,80	63,58	15,57	2,00	11,88
kiemmeel / germ meal	VV 244	91,78	25,77	7,23	53,13	12,25	1,62	22,44
glutenmeel / gluten meal	VV 245	89,66	70,20	1,60	24,98	1,68	1,54	67,55
weekwater / steepwater	VV 246	51,97	46,35	11,06	25,43	0,87	16,29	6,31
Overige / Others								
maïs / maize	VV 228 + VV 238	85,93	10,56	4,42	80,60	2,84	1,58	9,87
maïs / maize	VV 32	87,17	10,48	4,68	80,72	2,51	1,61	9,93
weekwater / steepwater	VV 33	45,22	49,71	1,35	33,28	—	15,57	8,58
glutenmeel / gluten meal	VV 95	90,19	48,08	4,62	39,77	5,02	2,51	45,04
glutenvoer / gluten feed	VV 148	88,52	26,03	1,86	56,64	10,02	5,45	15,71
glutenvoer / gluten feed	VV 149	86,36	26,47	1,83	51,78	8,46	11,46	11,49
kiemmeel / germ meal	VV 159	97,96	23,36	8,55	54,17	12,07	1,32	20,63

	Digestion trial no.	Dry matter (%)	crude protein	crude fat	N-free extract	crude fibre	ash	true protein
			In the dry matter (%)					
glutenmeel / gluten meal	VV 162	97,94	75,35	3,32	18,00	2,41	0,92	73,30
zemelen / bran	VV 164 + VV 177	89,53	10,24	3,12	69,29	16,79	0,56	7,89
zemelen / bran	VV 165	90,66	28,30	1,90	59,31	8,93	1,56	25,08
kiemmeel / germ meal	VV 168	87,29	23,67	2,19	59,26	10,50	4,38	15,89
glutenvoer / gluten feed	VV 169	90,78	25,68	1,86	57,87	10,71	3,88	22,11
glutenvoer / gluten feed	VV 170	88,16	23,40	2,45	58,92	10,82	4,41	16,07
zemelen / bran	VV 179	90,12	12,21	2,71	68,32	16,38	0,38	10,54

Table 2. Composition of the maize products.

Proeftechniek Bij de proeven is de opzet van verteringsproeven gevolgd, zoals deze is beschreven in het proefschrift van Dammers (1964). De voorperiode bedroeg minimaal zeven dagen, gevolgd door een hoofdperiode van tien dagen. De dieren — borgen van het G.Y.-ras — zijn net boven het onderhoudsniveau gevoerd. De gewichten van de dieren varieerden van 35-75 kg. In tabel 3 worden nadere gegevens vermeld, o.a. de dagelijkse voerhoeveelheid.

Verloop van de proeven Behoudens het vermelde in tabel 3 verliepen de proeven naar wens m.b.t. de voeropname, mestconsistentie en technische uitvoering.

2.3 Resultaten

Verteerbaarheid In tabel 4 worden de gemiddelde verteringscoëfficiënten van de bestanddelen van de onderzochte produkten weergegeven.

In tabel 5 zijn een aantal verbanden tussen de verteerbare en de chemische bestanddelen vermeld, die uit de gevonden cijfers berekend konden worden. De variatiecoëfficiënten zijn aan de hoge kant, met name die van het kwantitatief meest belangrijke bestanddeel, de overige-koolhydraatfractie.

Voederwaarde De voederwaardecijfers, waarbij in dit geval het gehalte aan verteerbaar ruw eiwit (vre) en netto energie voor vetproduktie bij varkens (NE_v) bedoeld wordt, zijn in tabel 4 vermeld. De NE_v is berekend volgens de formule van Nehring e.a. (Schiemann, 1971).

De formule luidt als volgt:

NE_v (kcal per kg) = 2,59 g vre + 8,63 g vrvet + 1,5 g vrc + 3,03 g vok.

De formule wordt ook gebruikt in de Veevoedertabel (1971).

Uit de Tabellen 6 en 7 is af te lezen welk deel van de variatie in voederwaarde kan worden verklaard uit de variatie in chemische bestanddelen bepaald volgens de Weender analyse. Zo blijkt dat een belangrijk deel door de gehalten aan ruw vet en ruwe celstof verklaard kan worden. De invloed van het gehalte aan ruwe celstof werkt vooral door via de verteerbaarheid van de overige-koolhydraatfractie (correlatiecoëfficiënt rc/vc_{ok} is −0,8 à −0,9). Binnen enkele groepen (HR, DZA en DB) kan de variatie in NE_v ook nog voor een niet te verwaarlozen deel verklaard worden uit het as- of het ruw-eiwitgehalte, waarbij gewezen dient te worden op het positieve verband tussen deze gehalten. Zonder meer zou een verhoogd asgehalte immers een verlaagde voederwaarde tot gevolg hebben.

In tabel 7 is aangegeven hoe het NE_v en het vre-gehalte geschat kunnen worden met behulp van de chemische samenstelling voor alle proeven tezamen (groep T). Bij het NE_v is de restspreiding, uitgedrukt als percentage van het gemiddelde, 6,9 %. Bij het vre-gehalte is dit 5,2 %.

De schatting bij de groepen DZA en DB (tabel 8) is aanzienlijk nauwkeuriger: de restspreiding is resp. 0,5 en 1,4 %.

Wanneer de produkten uit het droge procédé tezamen genomen worden, dan

Tabel 3. Proefopzet.

Proef nr	Direct (D) of indirect (I)	Basisvoer	Hoeveelheid (g/dag) basisvoer	Hoeveelheid (g/dag) proefvoer	Aantal dieren
VV 229	I	maïs / maize	300	500	3
VV 230	I	maïs / maize	300	500	3
VV 231	I	maïs / maize	300	500	3
VV 232	I	maïs / maize	500	500	3
VV 233	I	maïs / maize	500	500	3
VV 234	I	maïs / maize	500	500	3
VV 235	I	maïs / maize	500	500	3 [5]
VV 236	I	maïs / maize	600	400	3
VV 237	I	maïs / maize	600	400	3
VV 240	I	gerst / barley	600	600	3
VV 241	I	gerst / barley	600	600	3
VV 242	I	gerst / barley	600	600	3
VV 243	I	gerst / barley	700	500	3
VV 244	I	gerst / barley	600	600	3
VV 245	I	gerst / barley	700	500	3
VV 246	I	gerst / barley	700	500	3
VV 228	D	–	–	500	3
VV 238	D	–	–	1000	3
VV 32	D	–	–	1500	3 [5]
VV 33	I	gerst / barley	300	600	3
VV 95	I	eiwitvrij mengsel [1] / protein free feed [1]	500	500	2
VV 148	D	–	–	1000	3
VV 149	D	–	–	1000	3
VV 159	I	gerst / barley	400	400	3 [6]
VV 162	I	gerst / barley	500	500	3
VV 164	I	gerst / barley	500	500	3
VV 177	I	gerst / barley	600	600	3
VV 165	I	gerst / barley	500	500	3
VV 168	D	–	–	800	3
VV 169	I	gerst / barley	200	600	3 [5]
VV 170	I	gerst / barley	250	750	2 [5]
VV 179	I	gerst / barley	600	600	3
Trial no.	Direct (D) or indirect (I)	Basic meal	basic meal (Quantity (g/day))	test meal (Quantity (g/day))	Number of animals

1. Samenstelling zie proefschrift Dammers (1964) / Composition see thesis Dammers (1964).
2. Varken 4: 400 g proefvoer en 600 g basisvoer / Pig 4: 400 g test meal and 600 g basic meal.
3. Varken 13: 800 g proefvoer en 400 g basisvoer / Pig 13: 800 g test meal and 400 g basic meal.
4. Varken 7: 350 g proefvoer en 300 g basisvoer / Pig 7: 350 g test meal and 300 g basic meal.
5. Varken 4 uit proef genomen (mest verloren gegaan) / Pig 4 discarded (some faeces was lost).
6. Varken 4 kreeg diarrhee / Pig 4 got diarrhoea at the end of the experimental period.

Table 3. Experimental procedure.

Tabel 4. Gemiddelde verteringscoëfficiënten en voederwaarde.

	Proef nr	Droge stof	Org. stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Overige kool-hydr.	Ruwe celst.	Werk. eiwit	Voederw. kcal/kg ds	Vre g/kg
Groep DB / Group DB										
maïs / maize 100 %	VV 229	79,5	80,6	74,7	82,3	83,6	44,0	74,4	2730	85,4
maïs / maize 50 %	VV 230	87,2	87,8	77,8	73,2	92,3	46,3	78,9	2824	86,4
maïs / maize 20 %	VV 231	76,7	78,9	82,6	80,8	80,1	41,9	83,6	2942	114,7
maïs / maize 15 %	VV 232	74,6	75,4	69,3	93,4	77,7	38,0	66,6	2511	57,8
maïs / maize 10 %	VV 233	70,9	71,7	57,8	81,6	75,8	41,2	56,7	2399	63,3
maïs / maize 5 %	VV 234	86,2	88,2	77,7	64,6	93,8	59,2	77,7	2854	104,0
Groep DZA / Group DZA										
zemelen / bran	VV 235	70,0	71,2	52,8	78,3	74,8	61,3	50,5	2342	51,6
voermeel / hominy feed	VV 236	81,7	83,4	73,6	76,0	87,2	59,6	73,3	2440	96,8
bloem / flour	VV 237	95,1	96,3	73,7	83,5	99,0	63,7	74,6	3016	52,9
kiemmeel /germ meal	VV 240	85,4	87,0	81,1	85,3	90,4	60,1	81,2	3161	101,6
kiemmeel /germ meal	VV 241	80,3	82,1	74,3	60,2	86,6	54,8	76,5	2368	94,5
voermeel / feed meal	VV 242	91,1	92,2	81,7	85,1	95,7	52,3	84,6	3105	80,1
Groep NF / Group NF										
zemelen / bran	VV 243	62,5	63,0	68,1	33,8	64,7	56,0	62,5	1742	109,3
kiemmeel / germ meal	VV 244	82,6	82,2	84,6	70,9	83,6	77,6	86,4	2496	218,1
glutenmeel / gluten meal	VV 245	95,6	95,5	97,8	29,1	95,7	62,9	98,3	2691	686,3
weekwater / steepwater	VV 246	93,7	98,5	98,3	94,3	97,2	199,4	95,5	2856	465,8
Overige / Others										
maïs / maize	VV 228/238	91,6	91,8	81,8	82,0	94,8	55,8	83,3	2876	86,4
maïs / maize	VV 32	92,2	93,6	88,0	91,4	95,6	56,2	88,8	2968	92,2
weekwater / steepwater	VV 33	83,3	89,9	93,9	59,2	87,9	—	76,1	2163	466,8
glutenmeel / gluten meal	VV 95	84,4	86,0	90,8	77,6	90,8	(-4,9)	91,4	2523	436,6
glutenvoer / gluten feed	VV 148	73,6	76,6	81,7	45,9	77,3	65,1	75,8	2049	212,7
glutenvoer / gluten feed	VV 149	55,0	58,9	84,2	64,6	51,3	25,5	69,5	1516	222,9

	Trial no.	Dry matter	Org. matter	Crude protein	Crude fat	Nfe	Crude fibre	True protein	Feeding value kcal/kg dm	Dcp g/kg
kiemmeel / germ meal	VV 159	70,8	72,3	65,2	62,0	78,4	65,6	68,4	2270	152,3
glutenmeel / gluten meal	VV 162	94,6	95,6	97,6	51,6	97,1	79,6	98,1	2611	735,4
zemelen / bran	VV 164/177	49,1	49,8	39,5	41,4	52,3	46,1	29,7	1435	40,4
zemelen / bran	VV 165	85,0	86,7	88,8	48,8	87,9	79,9	89,7	2418	251,3
kiemmeel / germ meal	VV 168	70,9	73,8	76,6	39,0	76,0	62,8	70,5	1978	181,3
glutenvoer / gluten feed	VV 169	75,3	78,4	76,1	36,2	82,2	69,4	78,0	2117	195,4
glutenvoer / gluten feed	VV 170	67,6	70,0	76,4	51,9	71,0	55,0	74,6	1929	178,8
zemelen / bran	VV 179	50,5	51,5	49,7	30,4	53,9	45,8	50,6	1456	60,7

Table 4. Average digestion coefficients and feeding value.

Tabel 5. Verband tussen hoeveelheid ruw eiwit, ruw vet, ruwe celstof en hoeveelheid verteerde bestanddelen ervan en verband tussen hoeveelheid ruwe celstof en verteringscoëfficiënt van de overige koolhydraten.

Lineaire regressieformules	Variatie-coëfficiënt (%)	Correlatie-coëfficiënt
vre [1] = 1,017 re [1] – 40,25	9,2	0,995
vrvet [1] = 0,888 rvet [1] – 8,1	16,8	0,983
vrc [1] = 0,567 rc [1] – 0,9	33,4	0,909
vc ok [2] = 98,13 – 0,224 rc [1]	9,5	– 0,820
Linear regression formulae	Coefficient of variation	Coefficient of correlation

1. In g per kg ds / g per kg dm.
2. Uitgedrukt als % verteerd / expressed as % digested.
Abbreviations: vre / dcp = digestible crude protein; re / cp = crude protein; vrvet / dcfat = digestible crude fat; rvet / cfat = crude fat; vrc /dcfibre = digestible crude fibre; re / cfib = crude fibre; vc ok / dc Nfe = digestion coefficient N-free extract.

Table 5. Relationship between the amount of crude protein, crude fat, crude fibre and amount of digested components and relationship between the amount of crude fibre and digestion coefficient of N-free extract.

Tabel 6. Correlaties tussen chemische bestanddelen en voederwaarde (NE_v), tussen verteringscoëfficiënt overige koolhydraten en voederwaarde, tussen ruwe celstof en verteringscoëfficiënt overige koolhydraten en tussen as en ruw eiwit.

Groep / Group	T	D	HR	DZA	DB
re x NE_v / cp x NE_v	–0,04	–0,05	+0,54	–0,35	+0,75
rvet x NE_v / cfat x NE_v	+0,60	+0,41	+0,64	+0,56	+0,61
rc x NE_v / cfib x NE_v	–0,78	–0,79	–0,68	–0,78	–0,89
as x NE_v / ash x NE_v	–0,09	–0,10	+0,30	–0,35	+0,64
vc ok x NE_v / dc Nfe x NE_v	+0,88	+0,71	+0,92	+0,78	+0,66
rc x vc ok / cfib x dc Nfe	–0,82	–0,83	–0,86	–0,99	–0,92
as x re / ash x cp	+0,32	+0,87	+0,65	+0,98	+0,79

Table 6. Correlation coefficients between chemical components and feeding value (Ne_v), between digestion coefficient of the N-free extract and feeding value, between crude fibre content and digestion coefficient N-free extract and between ash and crude protein. Abbreviations: see Table 5.

Tabel 7. Verband tussen energetische voederwaarde, resp. verteerbaar ruw eiwit en enige chemische bestanddelen bij groep T. Afkortingen, zie tabel 5.

$(NE_v^* - 2431{,}30) = a\,(rc^{**} - 69{,}70) + b\,(rvet^{**} - 54{,}30) + c\,(re^{**} - 228{,}70) + d\,(as^{**} - 36{,}60)$

a	*b*	*c*	*d*	rest-spreiding (%)
-7,7784				12,6
-6,7326	+5,1807			9,6
-7,3080	+4,5003	-0,4200		9,3
-7,9842	+4,7355	-0,1764	-4,0152	6,9

$(vre^{**} - 192{,}40) = a\,(re^{**} - 228{,}70) + b\,(as^{**} - 36{,}60) + c\,rc^{**} - 69{,}70)$

a	*b*	*c*	
+1,0172			9,2
+1,0127	+0,0632		9,3
+0,9944	-0,0291	-0,3174	5,2
			residual standard deviation (%)

Table 7. Relationship between energetic feeding value and digestible crude protein, respectively, and some chemical components in Group T. Abbreviations: see Table 5.

Tabel 8. Verband tussen energetische voederwaarde en chemische bestanddelen bij de groepen DZA en DB.

DZA:

$(Ne_v^* - 2738{,}40) = a\,(re - 108{,}50) + b\,(rvet - 66{,}90) + c\,(rc - 56{,}20) + d\,(as - 26{,}70)$

a	*b*	*c*	*d*	rest-spreiding (%)
-5,9493				15,0
-6,5310	+4,5612			13,6
-3,2382	+4,7964	-7,2387		13,6
-1,5036	+4,8615	-7,1778	-3,3516	0,5

DB:

$(NE_v^* - 2709{,}00) = a\,(as - 27{,}70) + b\,(rc - 45{,}90) + c\,(re - 115{,}20) + d\,(rvet - 92{,}10)$

a	*b*	*c*	*d*	
+1,1613				6,7
+0,7476	-0,8274			2,3
+1,3020	-1,0689	-0,5061		1,4
+2,1924	-1,0647	-0,5544	-0,2583	1,9
				residual standard deviation (%)

* In kcal per g ds / kcal/g dm.
** In g per kg ds / g/kg dm.

Table 8. Relationship between energetic feeding value and chemical components in the groups DZA and DB. Abbreviations: see Table 5.

Tabel 9. Verband tussen energetische voederwaarde en chemische bestanddelen bij groep D.

$NE_v^* - 2753{,}10) = a\,(re - 110{,}90) + b\,(rc^2 - 74{,}60) + c\,(rc - 47{,}60) + d\,(as - 25{,}60)$

a	*b*	*c*	*d*	rest-spreiding %
-0,6846				10,8
-3,4461	+3,3873			10,0
-3,4587	+3,4839	-7,6293		4,5
-2,5515	+3,6099	-7,4823	-1,974	4,7
				residual standard deviation (%)

* In kcal per g dm / ds

Table 9. Relationship between energetic feeding value and chemical components in Group D. Abbreviations: see Table 5.

Tabel 10. Verband tussen energetische voederwaarde en chemische bestanddelen bij groep HR.

$(NE_v^* - 1982{,}40) = a\,(rc - 128{,}00) + b\,(rvet - 16967) + c\,(rvet - 41{,}40) + d\,(re - 196{,}10) + e\,(as - 26{,}20)$

a	*b*	*c*	*d*	*e*	rest-spreiding %
- 9,4731					13,9
+145,8324	-0,5760				6,6
+ 76,0515	-0,3177	+4,3533			6,0
+ 72,0132	-0,2957	+4,9077	+0,8631		6,2
+ 70,1232	-0,2732	+6,8145	+1,3545	+5,3508	6,7
					residual standard deviation (%)

In kcal per g dm / ds

Table 10 Relationship between energetic feeding value and chemical components in Group HR. Abbreviations: see Table 5.

Tabel 11. Standaardafwijking van de variabelen bij groep T, DZA, DB, D en HR.

Variabele	T	DZA	DB	D	HR
NE_v	485,1	392,7	210,0	287,7	354,9
rc / cfibre	48,9	41,3	19,6	30,1	25,5
rvet / cfat	40,0	50,1	37,5	42,5	28,0
re / cp	178,9	23,4	19,8	19,5	67,8
as / ash	39,4	12,6	11,8	11,5	17,8
vre /dcp	182,8	—	—	—	—
n	30	6	6	14	10

Table 11. Standard deviation of the variables with group T, DZA, DB, D and HR. Abbreviations: see Table 5.

Fig. 1. Gemiddelde netto energie voor vetproduktie (NE_v) ± éénmaal de standaardafwijking, voor 2 proefgroepen en alle proefgroepen tezamen.

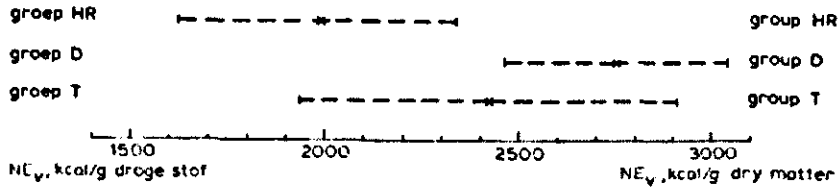

Fig 1. Average net energy for fattening (NE_v) ± s.d. for two trial groups and all trial groups together.

kleeft aan de schatting van de voederwaarde NE_v een fout van 4,5 % (tabel 9).

De fout in de schatting is ook kleiner, wanneer alle maïsprodukten met een hoog rc-gehalte tezamen worden genomen (tabel 10). De restspreiding blijft overigens nog 6,0 %. Bij deze groep neemt de negatieve invloed van het rc-gehalte toe bij hoger rc-gehalte, er is een kwadratisch verband.

Uit fig. 1 blijkt, dat de gemiddelde waarde van de groepen HR en D nogal wat lager, resp. hoger liggen dan het gemiddelde van alle maïsprodukten tezamen.

In tabel 11 worden de standaardafwijkingen vermeld van de variabelen, zoals deze in de regressieformules gebruikt zijn.

Uit het gemiddelde en de standaardafwijking is het traject af te leiden waarop de diverse formules betrekking hebben.

2.4 *Discussie*

De verteerbaarheid van de belangrijkste energieleverende component in deze maïsproduktenserie, de ok-fractie, wordt sterk bepaald door het percentage ruwe celstof. Per procent ruwe celstof verandert de verteringscoëfficiënt van de ok gemiddeld met 2,2. Dat het ruwe-celstofgehalte een duidelijk negatieve invloed heeft op de verteerbaarheid van een voedermiddel is reeds door vele auteurs beschreven (Schiemann e.a., 1971, blz. 71; Dijkstra, 1969; Dammers, 1964, blz. 25). Nehring e.a. (1963) tonen bij krachtvoeders aan, dat binnen de 'groep ruwe celstof' het percentage lignine van groot belang is. Het negatieve effect van de lignine is per procent ruim tweemaal zo hoog als dat van de ruwe celstof. Aangezien de samenstelling van de ruwe celstof sterk kan variëren is een directe vergelijking tussen produkten of reeksen produkten op grond van het ruwe-celstofgehalte niet goed mogelijk.

Met enige voorzichtigheid kan uit de tabellen 12 en 13 de conclusie worden getrokken, dat de ruwe celstof uit de bast (zemelen) in vergelijking tot die uit de kiem een sterker negatief effect uitoefent op de verteerbaarheid van de ok-fractie. Mengsels waarin het ruwe-celstofgehalte kan bestaan uit variërende verhoudingen ruwe celstof uit kiem en bast zouden dan ook grote verschillen in verteerbaarheid

Tabel 12. Verband tussen verteringscoëfficiënt van de overige koolhydraten en % maïszemelen en % maïskiemen bij groep DB [1].

Proef	% Maïskiemen	% Maïszemelen	Verteringscoëfficient overige koolhydraten
234	16	2	93,8
230	10	11	92,3
231	24	16	80,1
229	16	18	83,6
232	2	34	77,7
233	6	40	75,8
Trial	% Maize germs	% Maize bran	Digestion coefficient N-free extract

1. Onderzoek verricht door het Rijkslandbouwproefstation te Maastricht / Research by the Government Agricultural Experiment Station Maastricht.

Table 12. Relationship between digestion coefficient of the N-free extract and % maize bran and % maize germs in Group DB.

Tabel 13. Vergelijking van de verteringscoëfficiënt van de overige koolhydraten (vc ok) bij maïskiemmeel en maïszemelen bij produkten met een percentage ruwe celstof ≥ 10.

Proef	% Ruwe celstof	Verteringscoëfficient overige koolhydraten
Maïskiemmeel / Maize germ meal		
159	12.07	78,4
168	10,50	76,0
244	12,25	83,6
Maïszemelen / Maize bran		
164,177	16,79	52,3
179	16,38	53,9
235	12,88	74,8
243	15,57	64,7
Trial	% Crude fibre	Digestion coefficient N-free extract

Table 13. Comparison of the digestion coefficient of the N-free extract (dc Nfe) of maize germ meal and maize bran of products with a crude fibre content of ≥ 10 %.

kunnen geven, ondanks het feit, dat het re-gehalte gelijk is. De verschillen in verteerbaarheid van de vier onderzochte maïsglutenvoeren kunnen hierdoor mogelijk voor een gedeelte verklaard worden.

De energetische voederwaarde kan op twee manieren geschat worden uitgaande van de chemische samenstelling: indirect zowel als direct. In het eerste geval gaat men uit van de lineaire verbanden tussen ruw eiwit en verteerbaar ruw eiwit, ruw vet en verteerbaar ruw vet enz. (tabel 5). Met de formule van Nehring e.a., gegeven in 2.3, kan dan de voederwaarde worden berekend. Het bezwaar van deze methode is, dat eventuele wisselwerkingen tussen de chemische bestanddelen niet tot uiting komen. Een schatting van de fout is dan ook bij deze indirecte methode niet mogelijk. Inzicht in de mate van variabiliteit wordt niet of in onvoldoende mate verkregen. In dit materiaal zijn de fouten van de enkelvoudige verbanden vrij hoog. Bij het tweede geval — de z.g. directe methode — wordt de voederwaarde gerelateerd aan kenmerken van het voedermiddel, die alle chemisch of fysisch bepaald worden. Hierbij zijn tevens schattingen van de standaardafwijkingen van de voorspelde waarde te maken, zodat een betere interpretatie van de waarde van de verkregen getallen mogelijk is.

De schatting van de voederwaarde van alle maïsprodukten tezamen, volgens de direkte methode, heeft een hoge restspreiding in vergelijking tot die van de voederwaarde van onderzochte partijen gerst (Boeve, 1973). Er moet verder nog rekening mee worden gehouden dat de schatting onnauwkeuriger wordt naarmate de voederwaarde van de onbekende partij verder af ligt van de gemiddelde voederwaarde van de partijen, die tot de formule geleid hebben (Snedecor, 1956, blz. 139).

Het zal uit het bovenstaande duidelijk zijn, dat het gebruik van de volgens de indirecte methode berekende voederwaarde voor het 'gemiddelde' maïsprodukt een grotere onzekerheid inhoudt dan het gebruik van gemiddelde voederwaardecijfers voor gerst, een produkt met een weinig variabele samenstelling.

Een geringere fout in de schatting wordt bereikt door uit het totale materiaal nauwkeurig te definiëren groepen af te zonderen (tabel 9 en 10). In beide gevallen wordt de restspreiding als percentage van het gemiddelde geringer. Tevens komt uit fig. 1 naar voren, dat de voederwaarde van de gekozen groepen (HR en D) gemiddeld duidelijk lager, resp. hoger is dan de gemiddelde voederwaarde van alle produkten. Een nadeel is overigens, dat het aantal produkten per groep kleiner wordt, waardoor de fout in de schatting van de voederwaarde wordt vergroot.

Binnen een reeks van produkten, die afkomstig zijn van één fabriek (DB en DZA) is een zeer nauwkeurige schatting van de voederwaarde te maken. Helaas is de herkomst van een partij moeilijk op objectieve wijze vast te leggen, zodat deze formules niet gebruikt kunnen worden voor de schatting van een partij, die op de markt gekocht wordt. Onderzoek zal verder nog moeten uitwijzen of over langere perioden bezien de verschillen binnen fabrieken wel zo gering waren als in onze monsters werd gevonden.

Uit de tabel 6 komt verder naar voren, dat er tussen enkele chemische bestanddelen een duidelijke correlatie bestaat. Dit geldt met name voor het as- en het

ruw-eiwitgehalte.

Door toevoegingen of verontreinigingen (b.v. zand), wordt deze afhankelijkheid uiteraard verstoord. Een schatting van de voederwaarde, waarbij er voor een dergelijke toevoeging niet is gecorrigeerd, levert hierdoor een fout op. Om deze reden werd in de Veevoedertabel ook een serie regressieformules opgenomen op basis van de samenstelling van de organische stof.

Samenvatting

Met varkens zijn 30 partijen maïs en nevenprodukten van de maïsverwerkende industrie op verteerbaarheid onderzocht. In de tabellen 1, 2, 3 en 4 worden gegevens over de herkomst, verdeling in groepen, samenstelling, proefopzet, gemiddelde verteringscoëfficiënten en de berekende voederwaarde gegeven.

Formules konden worden afgeleid voor de schatting van het gehalte aan verteerbare bestanddelen van ruw eiwit, ruw vet, ruwe celstof en van de verteringscoëfficiënt van de overige koolhydraten met behulp van respectievelijk de gehalten aan ruw eiwit, ruw vet en ruwe celstof (tabel 5).

De variatie in energetische voederwaarde wordt sterk bepaald door de variatie in het ruw-vet- en het ruwe-celstofgehalte, waarbij de invloed van de ruwe celstof vooral tot uitdrukking komt in de verteerbaarheid van de overige koolhydraten (tabel 6).

Zowel de energetische- als de eiwit-voederwaarden (NE_v en vre) kunnen elk rechtstreeks met een eigen formule uit de gehalten aan enige chemische bestanddelen geschat worden. De restspreiding voor NE_v bedroeg daarbij 6,9 % en die voor het vre-gehalte 5,2 % (tabel 8).

Van produkten, die verkregen worden uit het maalproces, kan de energetische voederwaarde aanmerkelijk nauwkeuriger worden geschat dan met de formule van alle produkten tezamen. De fout van de voor deze produkten afgeleide formule is 4,5 %.

Bij produkten met een hoog ruwe-celstofgehalte werkt de negatieve invloed bij het verder stijgen van het ruwe-celstofgehalte steeds sterker door.

De samenstelling van de ruwe celstof, met name de verhouding bast/kiemen, lijkt een belangrijke rol te spelen.

Summary

Digestibility and feeding value of maize and some maize products for pigs

The digestibility of 30 products of the maize processing industry was determined with pigs. Tables 1, 2, 3 and 4 give information on origin, partitioning in groups, composition, experimental procedure, average digestibility and calculated feeding value.

The amount of digested components of crude protein, crude fat and crude fibre

and the digestion coefficient of N-free extract could be estimated from the amount of crude protein, crude fat and crude fibre respectively (Table 5).

The variation in feeding value was mainly due to the variation in crude fat and crude fibre content. The crude fibre content influenced especially the digestibility of the N-free extract (Table 6).

The feeding values, NE_v (net energy for fattening) and dcp (digestible crude protein) could be estimated directly from the chemical composition.

The residual standard deviation as a percentage of the mean of NE_v was 6.9 % and that of the dcp 5.2 % (Table 8). A lower residual variation of NE_v could be obtained with regression equations derived from parts of the whole material e.g. one of 4.5 % for the products of the milling process (Table 9), one of 6.0 % for products with a high fibre content (Table 10).

At higher contents the crude fibre progressively decreased the energetic feeding value. The composition of the crude fibre fraction appeared to play an important role.

Literatuur

Boeve, J., 1973. Enkele aspecten van de voeding van mestvarkens. Bedrijfsontwikkeling, in druk.

Dammers, J. 1964. Verteringsstudies bij het varken. Faktoren van invloed op de vertering der voedercomponenten en de verteerbaarheid der aminozuren. Proefschrift, Hoorn.

Dijkstra, N. D., 1960. Verteerbaarheid en voederwaarde van de bijprodukten verkregen bij de bereiding van tarwebloem. Verslagen landbk. Onderz. 730.

Lijst van Veevoeders, 1966. Rijkslandbouwproefstation, Maastricht (7e druk).

Nehring, K., L. Hoffmann, R. Schiemann en F. Hovirka, 1963. Die energetische Verwertung der Futterstoffe. 3. Mitteilung. Die energetische Verwertung der Kraftfutterstoffe durch Schweine. Arch. Tierernähr. 13: 147-161.

Snedecor, G. W., 1956. Statistical methods, 5th edition (1956), Ames, Iowa.

Schiemann, R., K. Nehring, L. Hoffmann, W. Jentsch en A. Chudy, 1971. Energetische Futterbewertung und Energienormen. Berlijn.

Veevoedertabel, 1971. Gegevens over voederwaarde, verteerbaarheid en samenstelling. Centraal Veevoederbureau in Nederland.

Bijlage A. Samenstelling van de droge stof (%) en verteringscoëfficiënten van hooi dat aan hamels gevoerd is naast enkele maïsprodukten.

	Droge stof	Organ. stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Overige kool-hydraten	Ruwe celstof	As	Werkelijk eiwit
Hooi / Hay V 931								
Samenstelling / Composition	(88,40)*		12,23	2,21	43,19	33,02	9,35	9,65
Vert. coëff. / Dig. coefficients:								
hamel / wether A	67,2	67,9	63,1	50,5	68,8	69,6	58,7	58,0
hamel / wether B	69,2	70,0	64,3	48,8	68,9	74,9	61,7	58,5
hamel / wether C	66,7	67,3	(59,0)	50,9	67,4	71,3	61,1	(51,5)
gemiddeld / average	67,6	68,4	63,7	50,1	68,4	71,9	60,5	58,2
Hooi / Hay V 938								
Samenstelling / Composition	(88,08)*		13,04	2,45	46,16	27,41	10,94	9,64
Vert. coëff. / Dig. coefficients:								
hamel / wether D	68,6	70,9	65,3	47,5	72,3	73,3	50,0	57,3
hamel / wether E	67,8	70,4	65,2	51,5	71,8	72,4	46,9	56,0
hamel / wether F	69,5	71,8	65,9	54,5	72,8	74,6	51,0	58,0
gemiddeld / average	68,6	71,0	65,5	51,2	72,3	73,4	49,3	57,1
	Dry matter	Org. matter	Crude protein	Crude fat	N-free extract	Crude fibre	Ash	True protein

* Tussen haakjes: het droge-stofgehalte / In brackets: dry matter content.

Appendix A. Composition of dry matter (%) and digestion coefficients of hay as a supplement of some maize products fed to wethers.

Bijlage B. Samenstelling van de droge stof (%) en verteringscoëfficiënten van grasbrokjes, die aan hamels gevoerd zijn naast enkele maïsprodukten.

	Droge stof	Organ. stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Overige kool-hydraten	Ruwe celstof	As	Werkelijk eiwit
Grasbrokjes / Grass pellets V 930								
Samenstelling / Composition	(94,15)*		18,67	4,18	41,19	24,42	11,54	14,61
Vert. coëff. / Dig. coefficients:								
hamel / wether N	67,8	71,3	64,4	63,8	74,8	71,8	41,7	58,7
hamel / wether O	65,2	68,5	61,5	64,1	73,7	65,8	39,9	55,3
hamel / wether P	64,0	66,8	61,3	65,1	71,7	63,2	41,8	56,1
gemiddeld / average	65,7	68,9	62,4	64,3	73,4	66,9	41,1	56,7
Grasbrokjes / Grass pellets V 952								
Samenstelling / Composition	(90,84)*		16,71	4,33	44,88	22,76	11,32	13,61
Vert. coëff. / Dig. coefficients:								
hamel / wether D	68,7	71,8	57,2	69,9	78,4	69,8	44,9	52,6
hamel / wether E	68,7	71,8	59,0	68,2	78,3	69,3	43,8	54,4
hamel / wether F	68,8	71,6	57,7	69,7	77,9	69,7	46,8	52,7
gemiddeld / average	68,7	71,7	58,0	69,3	78,2	69,6	45,2	53,2
	Dry matter	Org. matter	Crude protein	Crude fat	N-free extract	Crude fibre	Ash	True protein

* Tussen haakjes: het droge-stofgehalte / In bracket: dry matter content.

Appendix B. Composition of dry matter (%) and digestion coefficients of grass pellets as a supplement of some maize products fed to wethers.

Bijlage C. Verteringscoëfficiënten van de maïsprodukten. Proeven met hamels.

	Proef nr	Droge stof	Organ. stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Overige kool-hydraten	Ruwe celstof	Werkelijk eiwit
maïs / maize 100 %	V 934							
hamel / wether A		78,8	80,8	59,5	83,0	90,2	-18,7	58,9
hamel / wether B		81,8	83,9	60,3	84,8	92,1	11,3	59,8
hamel / wether C		78,4	80,4	(51,5)	87,2	89,7	- 9,7	(50,0)
maïs / maize 50 %	V 937							
hamel / wether A		82,6	84,1	62,4	73,8	93,0	-34,1	65,8
hamel / wether B		87,2	88,7	64,3	71,8	95,7	39,1	65,0
hamel / wether C		85,0	86,6	61,7	88,1	93,6	- 1,6	61,8
maïs / maize 20 %	V 939							
hamel / wether A		79,2	81,7	72,6	69,8	90,7	22,2	71,0
hamel / wether B		81,2	84,0	66,8	79,3	92,0	39,4	67,6
hamel / wether C		81,1	83,6	65,9	81,9	92,0	26,9	65,7
maïs / maize 15 %	V 942							
hamel / wether A		71,7	72,8	47,9	75,8	81,3	- 1,6	44,0
hamel / wether B		82,2	83,0	55,0	87,6	88,8	44,7	52,8
hamel / wether C		69,1	70,2	24,2	80,9	81,2	-13,1	23,4
maïs / maize 10 %	V 945							
hamel / wether A		76,5	78,1	62,3	82,2	85,5	22,1	60,8
hamel / wether B		79,3	81,0	59,0	82,4	88,4	38,8	59,3
hamel / wether C		79,6	80,7	53,8	86,0	87,9	42,5	54,9
maïs / maize 5 %	V 947							
hamel / wether A		85,6	88,0	73,1	81,1	96,4	-89,6	75,5
hamel / wether B		85,0	87,1	67,5	84,3	94,0	-19,2	66,7
hamel / wether C		85,8	87,5	66,5	87,0	95,3	-52,8	65,9

	Trial no.	Dry matter	Org. matter	Crude protein	Crude fat	N-free extract	Crude fibre	True protein
maiszemelen / maize bran	V 946							
hamel / wether D		78,5	79,9	58,7	89,6	86,0	57,4	56,7
hamel / wether E		74,0	75,8	49,8	88,2	82,8	49,4	48,2
hamel / wether F		76,0	77,6	51,9	86,7	85,0	50,5	52,7
maisbloem / maize flour	V 958							
hamel / wether D		95,8	96,3	74,4	91,2	99,0	25,8	79,7
hamel / wether E		84,2	84,6	33,2	78,9	92,3	-195,2	41,2
voermeel / hominy feed	V 948							
hamel / wether D		85,2	86,9	73,4	81,9	91,2	70,5	72,0
hamel / wether E		(79,0)	(80,9)	(60,9)	(82,3)	(87,7)	(46,7)	(60,0)
hamel / wether F		87,4	88,9	74,5	91,2	92,7	78,0	74,4
kiemmeel / germ meal	V 950							
hamel / wether D		82,4	84,6	64,2	86,7	92,3	26,5	64,8
hamel / wether E		77,9	80,0	57,1	86,5	87,1	22,1	56,9
hamel / wether F		81,0	83,7	63,7	88,7	91,0	21,5	64,1
kiemmeel / germ meal	V 943							
hamel / wether D		80,6	81,7	76,8	89,7	85,7	72,0	78,2
hamel / wether E		75,9	78,1	73,8	86,3	82,6	64,9	75,1
hamel / wether F		76,5	78,4	74,3	88,5	82,4	66,2	76,8
zemelen / bran	V 940							
hamel / wether D		79,1	80,7	75,5	65,1	83,9	76,7	69,6
hamel / wether E		76,8	78,8	73,9	65,4	82,0	73,9	67,5
hamel / wether F		82,6	84,3	77,7	69,8	87,5	81,6	71,6
weekwater / steepwater	V 941							
hamel / wether N		83,2	91,0	84,5	92,6	108,4	-39,8	63,4
hamel / wether O		84,4	90,7	88,4	93,8	97,9	22,6	62,8
hamel / wether P		84,9	90,2	88,2	93,4	100,8	-93,7	68,9

Appendix C. Digestion coefficients of the maize products. Trials with wethers.

Bijlage C. Verteringscoëfficiënten van de maïsprodukten. Vervolg.

	Proef nr	Droge stof	Organ. stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Overige kool-hydraten	Ruwe celstof	Werkelijk eiwit
glutenmeel / gluten meal	V 944							
hamel / wether N		95,8	96,0	95,7	8,4	103,3	106,0	96,0
hamel / wether O		(108,6)	(106,5)	(100,7)	(78,9)	(114,7)	(272,4)	(100,3)
hamel / wether P		98,8	97,8	97,4	43,8	104,2	87,8	97,8
geëxtr. kiemmeel / germ meal, extr.	V 955							
hamel / wether E		87,6	88,7	75,5	73,0	92,7	77,8	74,9
hamel / wether F		83,7	86,0	70,7	73,0	91,6	61,6	69,8
voermeel / hominy feed	V 964							
hamel / wether D		89,1	91,0	58,6	95,2	96,6	55,8	59,0
hamel / wether E		87,6	90,6	55,8	91,3	96,6	65,2	57,4
hamel / wether F		89,8	91,8	65,6	94,6	96,7	60,6	68,7
	Trial no.	Dry matter	Org. matter	Crude protein	Crude fat	N-free extract	Crude fibre	True protein

Appendix C. Digestion coefficients of the maize products. Continued.

Bijlage D. Verteringscoëfficiënten van vroeger te Hoorn met hamels onderzochte maïsprodukten.

	Proef nr	Droge stof	Organ. stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Overige kool-hydraten	Ruwe celstof	Werkelijk eiwit
kiemmeel / germ meal	V 799							
hamel / wether D		84,9	86,2	77,3	90,1	89,1	87,1	77,3
hamel / wether E		73,3	74,0	66,9	79,5	77,0	70,0	66,2
hamel / wether F		69,8	71,0	63,7	66,6	75,4	68,0	65,0
weekwater / steepwater	V 805							
hamel / wether K		79,5	84,4	85,2	83,5	88,8	-98,6	59,8
hamel / wether L		83,4	90,0	86,6	84,2	93,2	105,7	71,6
hamel / wether M		83,0	88,7	87,0	87,0	93,7	-37,5	68,4
zemelen, grof / bran, coarse	V 808							
hamel / wether K		54,2)	(55,3)	(39,3)	(66,5)	(57,7)	(53,1)	(30,5)
hamel / wether L		63,3	64,5	47,0	71,7	66,5	65,3	40,0
hamel / wether M		67,4	67,9	51,6	70,4	70,1	68,5	44,5
zemelen, gemengd / bran, mixed	V 849							
hamel / wether A		77,8	78,6	69,5	52,8	81,5	77,3	66,7
hamel / wether B		80,3	81,0	72,0	48,3	84,1	79,9	68,2
hamel / wether C		82,2	82,5	69,6	63,3	85,6	82,0	67,7
voermeel / feed meal	V 852							
hamel / wether A		78,2	79,5	71,8	78,8	83,6	59,5	71,7
hamel / wether B		74,5	76,4	59,9	58,2	81,7	63,1	62,5
hamel / wether C		83,3	84,9	71,1	85,6	87,7	82,2	71,9
	Trial no.	Dry matter	Org. matter	Crude protein	Crude fat	N-free extract	Crude fibre	True protein

Appendix D. Digestion coefficients of maize products of earlier trials with wethers at Hoorn.

Bijlage E. Verteringscoëfficiënten van vroeger te Maarheeze met hamels onderzochte maïsprodukten.

	Proef nr	Droge stof	Organ. stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Overige kool-hydraten	Ruwe celstof	Werkelijk eiwit
glutenmeel / gluten meal	MV 195							
hamel / wether 1		96,7	96,0	96,9	69,1	94,2	136,4	96,4
hamel / wether 2		94,6	94,8	95,1	72,7	94,2	134,1	95,2
hamel / wether 3		95,3	95,2	95,8	70,0	91,6	172,7	95,3
zemelen, fijn / bran, fine	MV 201							
hamel / wether 1		91,9	92,2	89,7	75,0	93,3	95,9	90,1
hamel / wether 2		92,0	91,8	89,3	84,4	93,0	93,6	89,5
hamel / wether 3		88,5	89,6	86,6	76,6	91,6	87,6	87,7
zemelen, gemengd / bran, mixed	MV 203							
hamel / wether 1		86,6	86,3	70,9	71,1	89,1	90,0	69,0
hamel / wether 2		86,1	85,8	73,2	77,2	88,0	88,7	71,9
hamel / wether 3		80,3	81,5	59,5	58,8	85,6	86,1	57,8
geextr. kiemmeel / germ meal, extr.	MV 206							
hamel / wether 1		83,1	87,2	82,4	58,7	89,8	89,2	79,1
hamel / wether 2		84,4	87,1	83,6	60,0	89,2	88,1	80,4
hamel / wether 3		89,2	91,6	86,7	80,0	92,6	98,9	87,0
	Trial no.	Dry matter	Org. matter	Crude protein	Crude fat	N-free extract	Crude fibre	True protein

Appendix E. Digestion coefficients of maize products of earlier trials with wethers at Maarheeze.

Bijlage F. Verteringscoëfficiënten. Proeven met varkens.

	Proef nr	Droge stof	Organ. stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Overige kool-hydraten	Ruw celstof	Werkelijk eiwit
maïs / maize 100 %	VV 229							
varken / pig 4		81,1	82,0	76,9	87,2	84,4	47,0	75,8
varken / pig 5		78,0	79,6	71,2	75,6	83,7	44,8	72,0
varken / pig 6		79,3	80,1	76,0	84,2	82,8	40,4	75,4
maïs / maize 50 %	VV 230							
varken / pig 4		87,7	88,2	77,0	78,7	92,3	48,0	78,5
varken / pig 5		87,1	87,9	75,0	66,8	93,0	53,7	75,7
varken / pig 6		86,9	87,4	81,4	74,1	91,6	37,2	82,5
maïs / maize 20 %	VV 231							
varken / pig 4		75,0	77,4	82,2	82,5	77,7	36,3	83,1
varken / pig 5		76,5	78,6	79,9	75,0	81,8	40,2	81,5
varken / pig 6		78,7	80,8	85,8	84,8	80,7	49,1	86,2
maïs / maize 15 %	VV 232							
varken / pig 4		74,2	75,1	71,8	92,9	77,2	38,0	68,8
varken / pig 5		75,8	76,5	59,8	94,6	79,8	40,8	56,2
varken / pig 6		73,8	74,4	76,2	92,8	76,1	35,1	74,8
maïs / maize 10 %	VV 233							
varken / pig 4		72,4	73,2	63,6	82,7	76,5	45,8	61,6
varken / pig 5		68,7	69,9	43,5	77,3	76,2	38,4	43,5
varken / pig 6		71,5	71,9	66,5	84,9	74,6	39,5	65,1
	Trial no.	Dry matter	Org. matter	Crude protein	Crude fat	N-free extract	Crude fibre	True protein

Appendix F. Digestion coefficients. Trials with pigs.

Bijlage F. Verteringscoëfficiënten. Proeven met varkens. Vervolg.

	Proef nr.	Droge stof	Organ. stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Overige kool-hydraten	Ruwe celstof	Werkelijk eiwit
maïs / maize 5 %	VV 234							
varken / pig 4		85,1	87,3	77,4	63,3	93,0	56,1	76,7
varken / pig 5		86,6	88,5	73,0	57,8	95,6	68,0	73,5
varken / pig 6		86,9	88,7	82,7	72,8	92,8	53,4	82,8
maïszemelen / maize bran	VV 235							
varken / pig 4		73,8	75,4	53,2	81,3	79,2	69,4	51,4
varken / pig 5		72,2	73,4	46,2	78,2	78,0	66,6	46,2
varken / pig 6		63,8	64,7	59,0	75,6	67,4	48,0	57,3
voermeel / hominy feed	VV 236							
varken / pig 4		83,9	85,6	74,0	78,0	89,2	70,0	73,0
varken / pig 5		79,8	81,5	64,9	67,6	86,8	55,2	65,3
varken / pig 6		81,5	83,0	82,0	82,6	85,5	53,5	81,7
maïsbloem / maize flour	VV 237							
varken / pig 4		93,1	95,1	75,0	86,3	97,6	55,2	71,3
varken / pig 5		96,8	97,6	70,4	78,6	100,5	90,8	73,8
varken / pig 6		95,3	96,2	75,9	85,5	98,8	45,2	78,6
maïs / maize	VV 228, 238							
varken / pig 4		91,8	92,0	85,0	86,9	94,5	55,5	86,2
varken / pig 5		90,4	90,5	82,2	87,0	93,3	47,9	83,4
varken / pig 6		92,0	92,1	83,2	84,8	94,8	59,8	84,3
varken / pig 4		93,0	93,1	83,7	77,7	93,1	61,7	86,3
varken / pig 5		91,1	91,3	74,8	75,2	95,2	55,6	76,6
varken / pig 6		91,0	91,4	82,2	80,6	94,5	54,6	83,1
kiemmeel / germ meal	VV 240							
varken / pig 4		86,4	88,0	82,0	83,2	92,0	61,4	82,7
varken / pig 5		85,6	87,0	78,6	86,8	90,3	62,2	78,1
varken / pig 6		84,4	86,1	82,7	85,8	88,8	56,7	82,6

	Trial no.	Dry matter	Org. matter	Crude fat	Crude fat	N-free extract	Crude fibre	True protein
geëxtr. kiemmeel / germ meal	*VV 241*							
varken / pig 4		*81,0*	*83,2*	*76,5*	*46,6*	*88,1*	*54,4*	*78,0*
varken / pig 5		*75,2*	*76,9*	*68,3*	*68,4*	*81,7*	*44,1*	*72,3*
varken / pig 6		*84,6*	*86,2*	*78,2*	*65,7*	*90,1*	*66,0*	*79,3*
voermeel / hominy feed	VV 242	90,6	92,1	85,8	83,8	95,7	39,5	87,1
varken / pig 4		89,4	90,4	76,6	84,3	94,4	48,2	82,4
varken / pig 5		93,2	94,0	82,7	87,2	97,1	69,2	84,4
varken / pig 6								
zemelen / bran	VV 243							
varken / pig 4		68,3	68,9	68,6	16,5	73,2	60,9	61,3
varken / pig 5		61,6	62,2	64,4	45,9	63,6	57,0	62,5
varken / pig 6		57,5	57,8	71,3	39,2	57,2	50,0	63,8
kiemmeel / germ meal	VV 244							
varken / pig 4		81,7	81,6	82,5	63,2	84,8	76,7	83,8
varken / pig 5		81,7	81,4	84,3	71,6	82,5	76,7	86,3
varken / pig 6		84,4	83,5	87,1	78,0	83,5	79,4	89,3
glutenmeel / gluten meal	VV 245							
varken / pig 4		90,8	91,5	96,5	11,5	89,2	-6,8	97,1
varken / pig 5		97,4	97,4	99,4	31,3	96,0	101,3	99,8
varken / pig 6		98,7	97,6	97,5	44,5	101,8	94,3	97,9
weekwater / steepwater	VV 246							
varken / pig 4		98,0	101,9	99,3	94,5	105,4	221,0	99,6
varken / pig 5		89,2	94,8	98,0	92,3	87,4	180,4	94,2
varken / pig 6		94,1	98,8	97,7	96,2	98,8	196,7	92,8
maïsmeel / maize meal	VV 32							
varken / pig D		92,2	93,6	88,8	91,3	95,6	51,2	89,0
varken / pig E		90,3	91,8	86,1	90,5	94,1	42,7	87,4
varken / pig F		94,1	95,4	89,1	92,5	97,0	74,7	89,9

Appendix F. Digestion coefficients. Trials with pigs. Continued.

Bijlage F. Verteringscoëfficiënten. Proeven met varkens. Vervolg.

	Proef nr	Droge stof	Organ. stof	Ruw eiwit	Ruw vet	Overige kool-hydraten	Ruwe celstof	Werkelijk eiwit
maïsweekwater / maize steepwater	VV 33							
varken / pig J1		83,4	90,4	92,9	56,8	90,0	–	71,2
varken / pig J2		85,4	91,2	95,1	67,6	88,7	–	80,3
varken / pig J3		81,2	88,1	93,7	53,1	85,1	–	76,8
maïsglutenmeel / maize gluten meal	VV 95							
varken / pig M		83,2	84,9	90,6	73,6	89,6	–	91,2
varken / pig O		85,7	87,1	91,0	81,7	92,1	–	91,5
maïsgluten pellets / maize gluten pellets	VV 148							
varken / pig 8		72,1	75,1	80,2	47,3	75,9	62,1	73,8
varken / pig 9		71,4	74,5	81,9	46,1	74,4	61,3	76,2
varken / pig 61		77,3	80,3	83,1	44,2	81,7	71,9	77,3
maïsglutenvoer / maize gluten feed	VV 149							
varken / pig 8		53,5	56,7	83,7	67,7	48,7	18,8	69,1
varken / pig 9		55,2	59,3	86,1	67,1	50,8	25,6	74,2
varken / pig 61		56,4	60,8	82,8	58,9	54,3	32,1	65,2
maiskiemmeel / maize germ meal	VV 159							
varken / pig 3		71,5	72,9	67,5	63,6	77,8	68,3	70,7
varken / pig 7		71,5	73,3	67,5	68,6	77,9	67,1	70,0
varken / pig 11		69,3	70,6	60,7	53,7	79,5	61,3	64,4
maïsglutenvoer / maize gluten feed	VV 162							
varken / pig 3		94,2	95,3	97,9	54,9	94,2	78,4	98,4
varken / pig 7		95,1	96,6	97,9	48,4	101,1	85,6	98,1
varken / pig 11		94,5	94,9	97,1	51,6	96,0	74,8	97,7

	Trial no.	Dry matter	Org. matter	Crude protein	Crude fat	N-free extract	Crude fibre	True protein
maïszemelen fijn / maize bran	*VV 165*							
varken / pig 3		84,7	86,3	88,0	58,1	87,6	78,0	89,4
varken 7 / pig 7		86,1	88,0	89,7	39,5	89,1	84,9	89,8
varken / pig 11		84,1	85,9	88,8	48,8	87,0	76,8	90,0
geëxtrah. maïskiemmeel / maize germ meal	VV 168							
varken / pig 4		70,2	73,6	75,1	30,1	76,1	64,5	68,1
varken / pig 0		72,4	75,0	79,9	43,8	76,4	63,2	75,7
varken / pig 26		70,1	72,9	74,8	43,1	75,5	60,6	67,6
maïsglutenvoer / maize gluten feed	VV 169							
varken / pig 0		76,3	79,6	77,2	37,6	83,0	73,2	78,9
varken 26 / pig 26		74,3	77,3	75,0	34,7	81,3	68,8	77,0
maïsglutenpellets / maize gluten pellets	VV 170							
varken / pig 4		67,2	69,7	75,4	51,9	70,9	55,3	75,0
varken / pig 26		68,1	70,2	77,3	51,9	71,1	54,7	74,2
maïszemelen gecombineerd / combined maize bran	VV 179							
varken / pig 24		47,7	48,7	46,9	29,2	51,4	41,4	48,6
varken / pig 28		50,8	51,7	53,4	33,6	53,6	44,8	55,4
varken / pig 43		52,9	54,0	48,9	28,5	56,6	51,3	47,8
maïszemelen grof / maize bran	VV 177, 164							
varken / pig 3		42,0	42,7	37,1	44,7	43,1	44,0	28,4
varken / pig 7		77,6	77,6	51,5	46,1	80,4	86,8	38,1
varken / pig 11		52,4	52,4	51,0	51,1	52,0	55,0	44,4
varken / pig 24		40,2	41,3	33,9	33,1	44,9	31,9	24,7
varken / pig 28		42,9	44,3	28,4	36,1	49,4	34,3	15,8
varken / pig 43		39,4	40,8	35,2	37,3	44,2	30,9	27,1

Appendix F. Digestion coefficients. Trials with pigs. Continued.