

J. Boeve en B. Smits

Instituut voor Veevoedingsonderzoek, Hoorn

Verteerbaarheid bij varkens
van enkele produkten
van de aardappelzetmeelbereiding

with a summary

Digestibility for pigs of some potato products

Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie

Wageningen - 1973

202 4191

Abstract

BOEVE, J. & B. SMITS (1973) Verteerbaarheid bij varkens van enkele produkten van de aardappelzetmeelbereiding. (Digestibility for pigs of some potato products). Versl. landbouwk. Onderz. (Agric. Res. Repts) 802 ISBN 90 220 0477 5, pp. (iv) + 14. 9 Tbs. 11 Refs. Eng. and Du. summaries.

Digestibility trials were done with three dried potato products. Wet potato pulp was pressed and dried. Part of this was pelleted. Solubles were mixed up with part of the wet pulp, dried and pelleted.

The pelleted potato pulp was digested significantly better than the non-pelleted pulp.

The protein of the pulp had a very low apparent digestibility. The protein of the solubles had a digestion coefficient of 90%.

The energy was significantly better digested with advancing age of the animals.

ISBN 90 220 0477 5

© Centrum voor landbouwpublicaties en landbouwdocumentatie, Wageningen, 1973.

Niets uit deze uitgave mag worden veeleelvoudigd 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.

1 Inleiding

Enerzijds neemt de vraag van de mengvoederindustrie naar grondstoffen toe en anderzijds wordt ernaar gestreefd zo weinig mogelijk afvalprodukten te lozen op het milieu. Hierdoor staat het onderzoek naar de bruikbaarheid van tot nu toe minder gebruikelijke grondstoffen sterk in de belangstelling.

Behalve de voederwaarde (Boeve, 1972) bepalen nog andere factoren zoals transportkosten, problemen van technologische aard enz. de bruikbaarheid.

In de praktijk blijken reeds een aantal produkten hun weg te hebben gevonden in de veevoeding (b.v. pulp, aardappelvezels). Daarbij geldt in het algemeen dat voor de verwerking in mengvoerders het produkt bij voorkeur in droge vorm beschikbaar moet zijn.

Eén van de bedrijfstakken, die een groot kwantum produkten produceert is de aardappelzetmeelindustrie. Door Dijkstra (1971) kon reeds worden aangetoond, dat op proefschaal gedroogde, met vruchtwater verrijkte aardappelvezels goed worden verteerd door hamels. Uit voederwaardetabellen komt naar voren, dat de ruwe celstof uit aardappelen ook door varkens goed wordt verteerd. Tevens wordt het eiwit uit aardappelen hoog gewaardeerd. Het onderzoek naar de verteerbaarheid van produkten van de aardappelzetmeelbereiding leek dan ook zinvol.

Door de medewerking van AVEBE, in het bijzonder van de heer J. Jonker, ontvingen wij een aantal op proefschaal bereide partijen van produkten, die bij de bereiding van aardappelzetmeel ontstaan.

2 Eerder onderzoek bij varkens van produkten van de aardappelzetmeelbereiding

Door Dammers (1959, 1964, tabel B) werden resultaten gepubliceerd van verteringsproeven met verschillende partijen coaguleerbaar aardappeleiwit. De chemische samenstelling en de resultaten van deze proeven worden nog eens kort samengevat in tabel 1. Deze gegevens werden in de Veevoedertabel (1971) gebruikt voor de voederwaardeberekening van aardappeleiwit.

Tevens werden door Dammers twee soorten, op proefschaal bereide, verrijkte aardappelvezelbrokjes op verteerbaarheid onderzocht. De resultaten van deze proeven worden in tabel 2 samengevat. Bij de bepaling van de voederwaarde van aardappelvezelprodukten in de Veevoedertabel (1971) werd aan deze cijfers een grote waarde toegekend.

Tabel 1. Samenvatting vroegere verteringsproeven met aardappeleiwit aan het I.V.V.O. 'Hoornt'.

Proef no.	Droge stof	In de droge stof					
		org. stof	ruw eiwit	ruw vet	ruwe celstof	as	overige koolhydr.
<i>Samenstelling / Composition (%)</i>							
VV 14	90,5	97,5	83,8	0,4	0,8	2,5	12,5
VV 83 en VV 86	91,4	94,4	73,3	0,8	1,7	3,6	18,6
<i>Gem. vert. coëfficiënten / Average digestion coefficients</i>							
VV 14	81,2	85,8	91,5	—	—	—	64,4
VV 83	72,0	74,6	77,5	—	—	—	75,2
VV 86	85,2	89,0	83,6	—	—	—	89,4
Trial no.	Dry matter	organic matter	crude protein	crude fat	crude fibre	ash	N-free extract
		In dry matter					

Table 1. Summary of previous digestibility trials with potato protein at the Institute for Animal Feeding and Nutrition Research 'Hoornt'.

Tabel 2. Samenvatting vroegere verteringsproeven met vezelrijke produkten van de aardappelzetmeelbereiding aan het I.V.V.O. 'Hoorn'.

Proef no.	Droge stof	In de droge stof					
		org. stof	ruw eiwit	ruw vet	ruwe celstof	as	overige koolhydr.
<i>Samenstelling Composition (%)</i>							
VV 36 ¹	91,7	94,0	27,5	0,4	15,9	6,0	50,2
VV 37 ²	90,5	95,9	59,2	0,4	6,7	4,1	29,6
<i>Verteringscoëfficiënten Digestion coefficients</i>							
VV 36 ¹	75,0	77,5	57,3	—	83,4	—	88,3
VV 37 ²	87,0	88,9	90,4	—	87,9	—	89,4
		organic matter	crude protein	crude fat	crude fibre	ash	N-free extract
Trial no.	Dry matter	In dry matter					
1. Aardappelvezels + eiwit uit vruchtwater / Potato pulp + protein from potato solubles.							
2. Aardappelvezels + eiwit uit vruchtwater + extra aardappeleiwit / Potato pulp + protein from potato solubles + potato protein.							

Table 2. Summary of previous digestibility trials with potato products rich in crude fibre at the Institute for Animal Feeding and Nutrition Research 'Hoorn'.

3 Opzet en verloop van de proeven

3.1 Produkten

De bij de produktie van aardappelzetmeel vrijkomende natte aardappelvezels werden op semi-praktijkschaal uitgeperst en gedroogd. Het produkt dat hierbij ontstond had een zeer fijne, meelvormige structuur (produkt A).

Een gedeelte van het meelvormige produkt werd daarna tot brokjes geperst (produkt B).

Aan een deel van de uitgeperste vezels werd aardappelvruchtwater toegevoegd. Dit mengsel werd gedroogd en tot brokjes geperst (produkt C). In tabel 3 is de chemische samenstelling van de produkten opgenomen.

Naast de proefvoerders werd steeds een zekere hoeveelheid basisvoer verstrekt. De procentuele samenstelling van het basisvoer is in tabel 4 vermeld.

Tabel 3. Chemische samenstelling van de proefvoerders in %.

	Droge stof	In de droge stof					bruto energie cal/g	ruw vet
		ruw eiwit	ruwe celstof	as	overige koolhydraten			
Aardappelvezels, meel (A) / Potato pulp, meal (A)	88,5	7,2	20,0	3,3	69,5	4154	0,4	
Aardappelvezels, brok (B) / Potato pulp, pelleted (B)	87,5	6,6	23,0	3,1	67,3	4164	0,5	
Aardappelvezels + vruchtwater (C) / Potato pulp + solubles (C)	89,2	21,6	11,2	14,9	52,3	3759	0,3	
	Dry matter	crude protein	crude fibre	ash	N-free extract	gross energy	crude fat	
		In dry matter						

Table 3. Chemical composition of the test feeds in %.

Tabel 4. Procentuele samenstelling en de bepaalde kengetallen (in ds) van het basisvoer.

mais / maize	52 %
gerst / barley	15 %
maïsglutenvoer / maize gluten feed	13 %
tarwegries / wheat middlings	10 %
sojaschroot / soybean meal	2 %
vismeel / fish meal	2 %
diermeel / meat-and-bone meal	2 %
grasmeel / grass meal	2 %
mineralen + vitamines / minerals + vitamins	2 %
ruw eiwit / crude protein	17,2 %
ruwe celstof / crude fibre	5,4 %
ruw vet / crude fat	4,2 %
vre / digestible crude protein	13,9 %
vert. energie, kcal/kg / digestible energy, kcal/kg	3590

Table 4. Composition (%) and analytical results in total dry matter of the basic ration.

Tabel 5. Proefopzet ¹.

Proef nr	Dier nr			Verstreckte hoeveelheid voer, g/dag
	20	21	22	
VV 261 (I)	C [400]	B [400]	A [200]	800
VV 262 (II)	B [500]	A [400]	C [500]	1000
VV 263 (III)	A [400]	C [500]	B [500]	1000
Trial no.	20 Animal no.	21	22	Amount of feed, g/day

1. A = aardappelvezels, meel / potato pulp, meal; B = aardappelvezels, brok / potato pulp, pelleted; C = aardappelvezels + vruchtwater, brok / potato pulp + solubles, pelleted.

[] = hoeveelheid proefvoer (g/dag) / amount of test feed (g per day).

Table 5. Procedure ¹.

3.2 Proeftechniek, proefdieren en voederhoeveelheid

In hoofdlijnen is de proeftechniek gevolgd zoals deze door Dammers (1964) is beschreven. Enkele wijzigingen zijn inmiddels echter doorgevoerd en wel:

- de te verstrekken dagrantsoenen worden voor de gehele hoofdperiode van 10 dagen in één keer afgewogen en bemonsterd.
- de totale mesthoeveelheid wordt per hoofdperiode verzameld, gewogen, gehomogeniseerd en bemonsterd.
- per voersoort worden in principe 3 monsters en per mest 2 monsters getrokken. De monsters worden in enkelvoud geanalyseerd. Bij zeer nauwkeurige bepalingen (b.v. van de energie) wordt het totaal aantal bepalingen met één verminderd.

De proefopzet, die in deze serie werd gehanteerd, was die van het latijnse vierkant. Het proefschema wordt in tabel 5 weergegeven.

De dieren wogen bij de aanvang van de proef ongeveer 35 kg.

3.3 Verloop van de proeven

De proeven hadden een ongestoord verloop. De dieren hadden enige moeite met de opname van het meelvormige produkt A. De hoeveelheid die hiervan verstrekt werd, moest per dier en per proef dan ook worden aangepast.

De conditie van de dieren werd halverwege de proefserie als iets minder goed beoordeeld. Dit had overigens geen nadelig effect op de voeropname, stevigheid van de mest e.d. De technische uitvoering van de proef werd hierdoor dan ook niet nadelig beïnvloed.

4 Resultaten

4.1 Verteerbaarheid van het gehele rantsoen

Voor de afzonderlijke chemische bestanddelen van de rantsoenen (tabel 5) werden de verteringscoëfficiënten berekend. Op deze cijfers werd een variantieanalyse toegepast (tabel 6). Het resultaat hiervan wordt weergegeven in tabel 7. Bij geen enkel bestanddeel is er sprake van verschillen in verteringsvermogen tussen de dieren. Er is een indicatie, dat er tussen de perioden verschillen bestaan in verteerbaarheid van droge stof, organische stof en energie. Uit de verhouding van de gemiddelde kwadratensommen van de variabele 'gehele rantsoen' en rest komt duidelijk naar voren, dat de rantsoenen verschillend verteerd worden.

4.2 Verteerbaarheid van de proefvoerders

In tabel 8 zijn de berekende gemiddelde verteringscoëfficiënten weergegeven van de proefvoerders. De verteringscoëfficiënten van de ruwe celstof- en de overige koolhydraatfractie zijn zeer hoog (ca. 90 %). De verteringscoëfficiënt van het eiwit in de vezels is daarentegen zeer laag (ca. 0 %). Dit is mede een gevolg van het lage eiwitgehalte van deze produkten (schijnbare verteringscoëfficiënt).

Daar het percentage proefvoer in de rantsoenen niet steeds gelijk was, betekent dit dat verschillen in verteringscoëfficiënten van de rantsoenen (tabel 5) nog niet zonder meer aangeven hoe groot de verschillen zijn in de verteringscoëfficiënten van de proefvoerders (tabel 8). Om toch meer inzicht te krijgen in de grootte van

Tabel 6. Gegevens voor variantieanalyse.

Variatiebron	Vrijheidsgraden
Niveau / Average	1
Tijd (I, II, III) / Period	2
Dier (20, 21, 22) / Animal	2
Voer (A, B, C) / Feed	2
Rest / Residual error	2
Source of variation	Degrees of freedom

Table 6. Data for analysis of variance.

Tabel 7. Variantieanalyse van de verteringscoëfficiënten van de rantsoenen. Gemiddelde kwadratenommen.

Oorzaak	Droge stof	Ruw eiwit	Ruwe celstof	Overige koolhydraten	Organische stof	Energie
Dier / Animal	0,17	7,04	1,35	0,24	0,34	0,38
Tijd / Period	2,27	1,26	26,28	0,88	1,94	3,57
Gehele rantsoen / Feed	5,06	124,47	108,58	2,78	4,14	3,08
Rest / Residual error						
s ²	0,60	7,39	17,35	0,71	0,37	0,43
(s') ² *	0,38	7,21	9,45	0,47	0,35	0,40
Source of variation	Dry matter	Crude protein	Crude fibre	N-free extract	Organic matter	Energy

* Restvariantie binnen voeders, binnen perioden.
Residual variance within feeds, within periods.

Table 7. Analysis of variance of the digestion coefficients of the total ration. Mean squares.

Tabel 8. Berekende gemiddelde verteringscoëfficiënten van componenten van de proefvoeders.

Produkt	Droge stof	Organische stof	Ruw eiwit	Ruwe celstof	Overige koolhydraten	Energie
Aardappelvezels, meel (A) / Potato pulp, meal (A)	79,4	81,7	—27,8	90,5	90,3	74,7
Aardappelvezels, brok (B) / Potato pulp, pelleted (B)	85,0	86,5	— 0,2	92,0	93,0	80,7
Aardappelvezels + vruchtwater (C) / Potato pulp + solubles (C)	81,1	82,7	63,1	87,5	89,7	77,6
Standaardafwijking / Standard deviation ¹	2,3	2,2 (2,3) ²	58,2 (2,6) ²	76,0 (9,4) ²	2,5 (2,8) ²	2,5
Kleinste wezenlijke verschillen / L.s.d. (P < 0,05 en t _n)	3,7	3,7 ²	—	15,1 ²	4,4 ²	4,0
Product	Dry matter	Organic matter	Crude protein	Crude fibre	N-free extract	Energy

1. Berekend uit de variantie binnen perioden, binnen voeders / Calculated from the variance within periods, within feeds.

2. Tussen haken cijfers van Dammers (1964) / Between brackets figures from Dammers (1964).

3. Cijfers van Dammers zijn gebruikt / Figures from Dammers were used.

Table 8. Calculated average digestion coefficients of test feed components.

de verschillen tussen proefvoeders, zijn de verteringscoëfficiënten per dier berekend. Op deze in totaal 9 individuele verteringscoëfficiënten kan weer een statistische analyse worden toegepast (tabel 6). De variatie tussen en binnen dieren, binnen perioden en binnen voeders kan hierbij als maat voor de reststandaardafwijking worden gebruikt, waardoor verschillen kunnen worden berekend die nog juist wezenlijk zijn (tabel 8).

Het kleinste wezenlijke verschil geeft aan, dat het persen over het algemeen een positieve invloed heeft gehad op de verteerbaarheid van produkt A. Duidelijk beter zijn de verteringscoëfficiënten voor energie, organische stof en droge stof.

Het toevoegen van vruchtwater doet de verteerbaarheid, met uitzondering van die van het eiwit weer afnemen. Dit kan geconcludeerd worden uit een vergelijking van de in dezelfde vorm verkerende produkten B en C.

In tabel 9 worden tenslotte de berekende voederwaarden, uitgedrukt in NE_v en vre , vermeld.

Tabel 9. Voederwaarde van de proefvoeders.

	vre (in ds)	NE_v^1 kcal/kg (in ds)	NE_v^1 kcal/kg (in os)	verteerb. energie ² kcal/kg (in ds)	NE_v ————— verteerb. energie ² (in ds) x 100 %
Aardappelvezels, brok (B) / Potato pulp, meal (A)	neg.	2121	2193	3103	68,4
Aardappelvezels brok (B) / Potato pulp, pelleted (B)	0	2214	2285	3360	65,9
Aardappelvezels + vrucht- water (C) / Potato pulp + solubles (C)	13,6	1921	2257	2917	65,9
		NE_v^1 kcal/kg (in dm)	NE_v^1 kcal/kg (in om)	de ² kcal/kg (in dm)	NE_v ————— digestible energy (in dm) x 100 %

1. Netto energie voor vetproductie (varken) $NE_v = 2,59 vre + 8,63 vret + 1,50 vrc + 3,03 vok$ /
Net energy for fattening (pig) $Ne_v = 2,59 dcp + 8,63 dcfat + 1,50 dcfibre + 3,03 dNfe$.

2. Bruto energie x verteringscoëfficiënt / Gross energy x digestion coefficient.
ds / dm: droge stof / dry matter; os / om: organische stof / organic matter; vre / dcp: ver-
teerbaar ruw eiwit / digestible crude protein.

Tabel 9. Feeding value of the test feeds.

5 Discussie

De resultaten van de verteringsproeven, die vermeld zijn, tonen aan dat de produkten van de aardappelzetmeelbereiding goed verteerbaar zijn (ca. 80 à 90 %). Opvallend is hierbij de hoge verteringscoëfficiënt van de ruwe celstof nl. ca 90 %. De verteerbaarheid van het eiwit uit de vezel evenwel is laag. Het eiwit in de produkten A en B is schijnbaar onverteerbaar, bij produkt A treft men zelfs een negatieve waarde aan. Dit laatste zou erop kunnen wijzen, dat de vertering van het eiwit uit het basisrantsoen negatief wordt beïnvloed. De verschillen in verteerbaarheid van het eiwit in de produkten A en B zijn mogelijk te verklaren uit een z.g. perseffect, waardoor het zetmeel dat nog in produkt B aanwezig is minder rauw is (Vanschoubroek e.a., 1971). De lage schijnbare verteringscoëfficiënten van het eiwit uit A en B kunnen waarschijnlijk voor een gedeelte verklaard worden uit de relatief grote invloed van het metabolisch faecaal eiwit bij geringe eiwitpercentages in de proefvoerders. Indien ervan wordt uitgegaan, dat in het produkt C het eiwit, dat reeds in de vezels aanwezig is schijnbaar onverteerbaar is, dan valt te berekenen dat het toegevoegde eiwit uit het vruchtwater, waaraan een deel van het eiwit is onttrokken, voor ca. 90 % verteerd wordt. Dit cijfer komt goed overeen met de waarden, die Dammers gevonden heeft.

Daar de bruto energie die het eiwit vertegenwoordigt (ca. 5,7 kcal per g) hoog is in vergelijking tot die uit de overige koolhydraten (ca. 4,2 kcal per g) heeft een geringe eiwitvertering een extra nadelig effect op de vertering van de energie. De relatief lage verteringscijfers van de bruto energie worden hiermee verklaard.

Uit het bovenstaande volgt, dat de invloed van de ruwe celstof in deze produkten op de verteerbaarheid van de overige componenten gering is. Schieman e.a. (1966) en Kummer (1967) hebben hetzelfde aangetoond.

Dat het persen een positief effect heeft op de vertering, kan waarschijnlijk verklaard worden doordat het persen het nog in ruime mate aanwezige zetmeel verder zal ontsluiten. Merkwaardig is het hogere ruwe celstofgehalte in het geperste produkt. De bepalingmethode is hiervan waarschijnlijk de oorzaak.

Het toevoegen van vruchtwater heeft naast een verhoging van het eiwitgehalte een aanmerkelijke verhoging van het asgehalte tot gevolg. Bij analyse bleek, dat in produkt C 5,9 % K aanwezig was. Bij de verwerking van dit produkt in mengvoerders zal met dit hoge asgehalte rekening moeten worden gehouden.

De nauwkeurigheid van de proeven is hoog, gelet op de restvariantie (s^2 in tabel 7). Uitgedrukt als % van het gemiddelde zijn de waarden van s ongeveer 1 %. Een uitzondering hierop vormen de componenten ruwe celstof en ruw eiwit (4 %).

Door de betrekkelijk lage gehalten van het ruw eiwit wegen kleine proeffouten reeds erg zwaar.

Tabel 7 geeft onder meer aan dat er geen enkele indicatie is, dat er verschillen in verteerbaarheid zijn tussen dieren. Dit is in overeenstemming met hetgeen in het algemeen in de literatuur hierover wordt vermeld. Zonder veel aan nauwkeurigheid te verliezen is het dan ook mogelijk om het effect van de variabelen tijd en voer te toetsen tegen dat van de variabelen rest en dier, dus tegen de variantie binnen tijden, binnen voeders.

Er is een significante periode-invloed te constateren: de verteringscoëfficiënten van de energie zijn in proef 261, 262 en 263 resp. 78,3, 80,0 en 80,3 %. Hier blijkt uit, dat met name in de eerste proef de vertering iets verlaagd is.

Over de invloed van de leeftijd c.q. gewicht op de vertering bestaat geen duidelijke mening (Dammers, 1964).

Uit tabel 7 komt verder naar voren dat er wezenlijke verschillen in verteerbaarheid tussen rantsoenen bestaan.

De verhouding tussen de berekende NE_v en de bepaalde hoeveelheid verteerde energie, die als een maat voor de netto benutting van de verteerde energie kan worden beschouwd, is aan de lage kant. Schieman e.a. (1966) berekenen in hun proeven met wortelen en knollen een gemiddelde benutting van 70,5 %. De verklaring ligt in het hoge gehalte aan ruwe celstof en de lage benutting van de verteerde energie hieruit. De voederwaarde (NE_v , vre en kwaliteit van het eiwit) is zodanig, dat opname in mengvoeders voor varkens zeer goed mogelijk is.

Met voederproeven zal nog moeten worden nagegaan of de door Frens (1943) en Schulz (1966) genoemde hittegevoelige factor, die de groei van de dieren ongunstig kan beïnvloeden, in voldoende mate onwerkzaam is gemaakt.

Samenvatting

Er worden enige resultaten weergegeven van vroeger uitgevoerde proeven met produkten van de aardappelzetmeelfabriekage (tabel 1 en 2).

Met een drielal, op semi-praktijkschaal bereide, produkten werden verteringsproeven uitgevoerd. De bij het proces geproduceerde natte aardappelvezels werden uitgeperst en gedroogd (produkt A). Een deel van dit gedroogde produkt werd tot brokjes geperst (produkt B). Aan een deel van de natte vezels werd vruchtwater toegevoegd, waaraan een deel van het eiwit is onttrokken, waarna het mengsel gedroogd en tot brokjes geperst werd (produkt C).

Het gebruikte proefschema is opgenomen in tabel 5. De samenstelling van de proefvoeders is in tabel 3 vermeld, die van het basisrantsoen in tabel 4.

De resultaten van de verteringsproeven zijn vermeld in tabel 8. Gebleken is dat aardappelvezels in brokvorm wezenlijk beter verteerd worden dan aardappelvezels in meelvorm. Voor de energie is het positief verschil ca. 6 eenheden. Het eiwit in de vezel heeft een zeer lage schijnbare verteerbaarheid, daarentegen wordt het eiwit uit het vruchtwater voor ca. 90 % verteerd. Bij het ouder worden van de dieren werd in deze proef de energie beter verteerd.

Summary

Digestibility for pigs of some potato products

Results of earlier digestibility trials on products of the production of potato starch are given in Tables 1 and 2.

Another 9 digestibility trials were done with three dried products, prepared on a semi-practical scale. Wet potato pulp was pressed and dried (Product A). A part of this dried product was pelleted (Product B). Solubles were mixed up with a part of the wet pulp, dried and pelleted (Product C).

The procedure of the trial is shown in Table 5. In Tables 3 and 4 the composition of the three test feeds and the basic ration is given. The results of the digestibility trials are given in Table 8. The pelleted potato pulp was digested significantly better than the non-pelleted pulp. The difference was 6 units for energy digestibility. The protein of the pulp had a very low apparent digestibility. From the results of the trials a digestion coefficient of 90 % for the protein of the solubles could be derived. The energy was significantly better digested with advancing age of the animals.

The feeding values (net energy for fattening and digestible crude protein) are presented in Table 9.

Literatuur

- Boeve, J., N. D. Dijkstra en B. Smits, 1973. Verteerbaarheid en voederwaarde van maïs en enige maïsproducten bij schapen en varkens. Versl. landbk. Onderz. 803.
- Dammers, J., 1959. Verteringsproeven met varkens. II. Sojameel, diermeel, magere melkpoeder, aardappeleiwit, destructorvet en gierst. Landbouwk. Tijdschr. 71: 202-210.
- Dammers, J., 1964. Verteringsproeven bij het varken. Factoren van invloed op de vertering der voedercomponenten en de verteerbaarheid der aminozuren. Proefschrift, Hoorn.
- Dijkstra, N. D., 1971. Verteerbaarheid en voederwaarde van verrijkte aardappelvezelbrokjes. Bedrijfsontw., ed. Veehouderij 2: 31-34.
- Frens, A. M., 1943. Over de ongunstige voederwerking van rauwe aardappelen bij mestvarkens. Versl. landbk. Onderz. 49: 607-636.
- Kummer, A., 1967. Nebenerzeugnisse der Kartoffelstärkegewinnung. Uit: Handbuch der Futtermittel, Band III, blz. 144-152. Hamburg en Berlijn, Ed. Becker, M. und K. Nehring.
- Nehring, K., & E. R. Franke, 1957. Der Einfluss reiner Nährstoffe auf die Verdaulichkeit der Futtermittel. I. Mitteilung: Der Einfluss der Stärke. Arch. Tierernähr. 7: 104-122.
- Schiemann, R., W. Jentsch, L. Hoffmann & K. Nehring, 1966. Die Energetische Verwertung der Knollen und Wurzeln durch Schweine. Arch. Tierernähr. 16: 173-198.
- Schultz, E., 1966. Rohe Kartoffeln als Futtermittel für Schweine. Zeitschr. Tierphysiol. Tierernähr. Futtermittelk. 22: 63-64, abstract.
- Veevoedertabel, 1971. Gegevens over voederwaarde, verteerbaarheid en samenstelling. Centraal Veevoederbureau, Wageningen.
- Vanschoubroek, F., L. Couche & R. van Spaendonk, 1971. The quantitative effect of pelleting feed on the performance of piglets and fattening pigs. Nutr. Abstr. Rev. 41: 1-9.