

VERSLAGEN VAN LANDBOUWKUNDIGE ONDERZOEKINGEN

Pletten en malen van
mengvoeders voor varkens

Technologische en veevoedertechnische aspecten

P. van der Waals, B. Smits en J. Boeve

Pletten en malen van mengvoeders voor varkens

Verslagen van Landbouwkundige Onderzoekingen 811

P. van der Waals

Instituut voor Graan, Meel en Brood TNO, Wageningen

B. Smits en J. Boeve

Instituut voor Veevoedingsonderzoek 'Hoorn', Hoorn

Pletten en malen van mengvoeders voor varkens

technologische en veevoedertechnische aspecten

With a summary

Rolling or hammer-milling of pig feeds:
milling performance and nutritive value



Centrum voor landbouwpublikaties en landbouwdocumentatie

Wageningen – 1973

Abstract

VAN DER WAALS, P., B. SMITS & J. BOEVE (1973) Pletten en malen van mengvoeders voor varkens: technologische en veevoedertechische aspecten. (Rolling or hammer-milling of pig feeds: milling performance and nutritive value). Versl. landbouwk. Onderz. (Agric. Res. Rep.) 811, ISBN 90 220 0494 5, (iv) + 19 pp., 8 Tbs, 1 Appendix, Eng. summary.

3 Compound feeds about equal in energy value and content of digestible crude protein, were prepared by rolling or hammer-milling, followed by pelleting. Power consumption of the processing (kWh/kg) was less with rolling, except for a mixture with skimmilk powder (10) and whey powder (16%). Rolling gave pellets of equal or better quality as judged by resistance to abrasion, except for the mixture rich in oats (20%), the oat hulls were not broken by rolling.

In a Latin square digestibility trial with 6 castrated pigs, the feeds were supplied for preliminary periods of 7 and test periods of 10 days. The hammer-milled variant of the feed with milk products was significantly more digestible for energy, crude protein and organic matter than its rolled variant. Rolling or hammer-milling had no effect on digestibility of the mixture rich in cereals. For a mixture designed by linear programming and differing from the other mixtures in containing hominy chop, maize gluten feed, tapioca meal, pollards and denatured sugar, the rolled variant was significantly more digestible. There was no difference in nitrogen balance between the mixtures of the variants; nitrogen deposition per day increased with the pigs' age.

ISBN 90 220 0494 5

© Centrum voor landbouwpublicaties 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.

Doelstelling

Dit onderzoek had tot doel, na te gaan, of het pletten van de grondstoffen van een mengvoedersamenstelling met behulp van een wals uit technologisch oogpunt voordelen biedt boven het malen met een hamermolen.

Met de pellets, vervaardigd van de aldus gemalen mengsels is vervolgens door middel van verteringsproeven met varkens nagegaan, of de wijze van voorbehandeling van het voer invloed heeft op de verteerbaarheid en zo ja, of van een positieve dan wel negatieve werking sprake is.

De proeven zijn voor wat de technologische aspecten betreft uitgevoerd door het Instituut voor Graan, Meel en Brood TNO, het veevoedingstechnische deel van het onderzoek is uitgevoerd door het Instituut voor Veevoedingsonderzoek 'Hoorn'.

Beide instituten brengen afzonderlijk verslag uit van hun bevindingen.

De opdracht voor dit gehele onderzoek werd verstrekt door Simon Heesen N.V. te Boxtel.

I Technologische aspecten

P. van der Waals*

1 Inleiding

Bij het malen op de hamermolen worden de korrels van de componenten in een mengsel tot fijne en zeer fijne deeltjes uiteengeslagen. Wordt dit meel tot pellets geperst, dan is een groot oppervlak beschikbaar om onder invloed van o.a. vocht bindingen tussen de meeldeeltjes te vormen. Het aantal deeltjes, dat verbonden moet worden is echter ook zeer groot.

Bij het pletten op een wals worden in principe dunne vlakke plaatjes (flakes) gevormd, die ook een zeer groot oppervlak hebben, waardoor de bindende werking goed tot stand kan komen. Het totale oppervlak, dat in dit geval bindingen moet aangaan is echter aanzienlijk kleiner dan bij het meel uit de hamermolen. Daar bij het pletten van het materiaal minder verbindingen worden verbroken dan bij het vermalen van eenzelfde hoeveelheid grondstoffen zou men zich kunnen voorstellen, dat het aantal kg/kWh in het geval van pletten groter zal zijn dan in het geval van malen.

Bij het persen tot pellets is ook het aantal bindingen, dat weer moet worden aangebracht kleiner, zodat ook hierbij een energiewinst mogelijk is.

2 Materialen

Mengvoedersamenstellingen Samen met het Instituut voor Veevoedingsonderzoek 'Hoorn' zijn drie verschillende mengsels opgesteld: een 'graan'mengsel, een 'computer'mengsel, d.w.z. een mengsel, waarin voor mengvoeders vrij nieuwe grondstoffen zijn opgenomen, en dat met lineaire programmering tot stand is gekomen, en een 'melkprodukten'mengsel. Voor de samenstellingen van deze mengsels zie de bijlage.

Pletwals De pletwals is een oude wals, waarvan het merk niet bekend is. De wals wordt aangedreven door een motor van 7,5 kW. Het toerental van de motor is 950 omw/min. De overbrenging is als volgt: motorschijf diameter 140 mm, tegenschijf diameter 640 mm, tandwielkast 30 : 36. De rollen liggen naast elkaar (het vlak door de assen is evenwijdig aan het grondvlak). Het toerental van de aangedreven rol is 208 omw/min, het toerental van de andere rol is 173 omw/min. Beide rollen hebben een diameter van 400 mm en een lengte van 800 mm. De rollen hebben 3 riffels per cm,

* P. van der Waals, Instituut voor Graan, Meel en Brood TNO te Wageningen.
Thans verbonden aan de Keuringsdienst van Waren, Den Haag.

welke reeds zeer ver zijn afgesleten. Voor de uit te voeren proeven worden de rollen tegen elkaar aangezet. Eén rol is verend opgesteld zodat bij het passeren van materiaal tussen de rollen deze iets van elkaar kunnen wijken.

Onbelast bedraagt het opgenomen vermogen 3,2 kW.

Hamermolen De toegepaste hamermolen is van het fabrikaat Van der Berg te Waddinxveen, type 650/400. Deze wordt aangedreven met een motor van 35 kW. De motor en ook de hamermolenaas hebben een toerental van 3000 omw/min. Voor de proeven werden 54 hamers met een dikte van 5 mm toegepast in 6 rijen van 9 stuks. De gebruikte zeef had zeefopeningen van 4 mm diameter; het totaal zeefoppervlak bedroeg 0,59 m².

Onbelast bedraagt het opgenomen vermogen 7,6 kW.

3 Proefopzet en uitvoering

Van elk der drie mengsels is telkens één ton gemalen op de hamermolen en één ton geplet op de wals. De verkregen tussenprodukten werden gemengd, waarna melasse werd toegevoegd. Het gemelasseerde produkt werd geperst tot pellets van 5 mm diameter. Tijdens het malen, resp. pletten, is het opgenomen vermogen met behulp van een wattmeter gemeten. Ook de uurproductie is bepaald. Dit werd ook gedaan tijdens het persen. De persproeven werden uitgevoerd op een H-3-30 pers (Heesen).

Van de verkregen meelsoorten werd door middel van een zeefanalyse de gemiddelde deeltjesgrootte en de gelijkmatigheidscoëfficiënt bepaald. Ook werd het vochtgehalte gemeten.

Behalve bij het 'melkprodukten'mengsel werd vóór het persen het meel geconditioneerd met stoom, en wel zodanig dat de uiteindelijke pellettemperatuur $\pm 70^{\circ}\text{C}$ bedroeg. Het bleek dat bij het 'melkprodukten'mengsel het meel bij conditioneren te kleverig werd om persbaar te zijn. Van het geconditioneerde meel, de pellets uit de pers en de pellets uit de koeler werden de vochtgehalten bepaald.

Verder werden de afslijtingspercentages van de pellets uit de pers en de pellets uit de koeler 24 uur na het persen gemeten, om een maat te hebben voor de kwaliteit ervan.

4 Methoden van onderzoek

De opgenomen vermogens en de produktiesnelheden zijn bepaald door gedurende een bepaalde tijd enige malen een in de stroomkring opgenomen wattmeter af te lezen, het gemiddelde te bepalen en het gewicht van het materiaal, dat in die tijd is geproduceerd. De gemiddelde deeltjesgrootte en de gelijkmatigheidscoëfficiënt werden bepaald met behulp van een J.E.L.-schudzeef volgens de methode van Rosin en Rammler. De meetresultaten hiervan werden grafisch uitgezet op het voor deze methode voorgeschreven log-log. log-papier.

Het afslijtingspercentage werd bepaald met behulp van het slijtvastheidsapparaat

volgens Pfost.

De vochtgehalten werden bepaald met behulp van het Brabender-apparaat (Droogstoofmethode, gewichtsverlies bij verwarming op 130°C gedurende een uur).

5 Resultaten

De resultaten van de verschillende metingen zijn weergegeven in tabel 1. Hieruit blijkt, dat de gebruikte samenstellingen zich nogal verschillend gedroegen.

'Graan'mengsel Voor het 'graan'mengsel kostte de bewerking op de wals aanzienlijk minder kWh/kg dan op de hamermolen. Daar staat echter tegenover, dat het produkt van de wals meer energie tijdens het persproces vroeg.

Het energieverbruik voor het malen en persen van een ton 'graan'mengsel bleek te zijn:

$$12,8 \text{ kWh (voor het malen)} + 12,0 \text{ kWh (voor het persen)} = 24,8 \text{ kWh.}$$

Voor het pletten en persen bleek dit te zijn:

$$4,6 \text{ kWh (voor het pletten)} + 16,0 \text{ kWh (voor het persen)} = 20,6 \text{ kWh.}$$

Het verschil bedroeg 4,2 kWh. Met gebruikmaking van de voor leegloop gecorrigeerde produktie¹ werd hiervoor resp. gevonden:

$$10,4 \text{ kWh (malen)} + 12,0 \text{ kWh (persen)} = 22,4 \text{ kWh.}$$

$$2,4 \text{ kWh (pletten)} + 16,0 \text{ kWh (persen)} = 18,4 \text{ kWh.}$$

In dit geval werd als verschil gevonden: 4,0 kWh.

Verder blijkt uit de metingen, dat de kwaliteit van de pellets verkregen door pletten en persen slechter was dan van de pellets, verkregen door malen en persen. Mogelijk werd dit veroorzaakt door het vrij hoge percentage haver in het mengsel. De haverdoppen bleven bij het pletten heel en ook tijdens het persproces trad vrijwel geen verkleining van deze doppen meer op. Dergelijke grote stukken ruwe celstof hebben ook zeker de weerstand in de matrijsgaten vergroot. Naar alle waarschijnlijkheid hadden deze grote stukken ruwe celstofhoudend en relatief veerkrachtig materiaal een slechte uitwerking op de stevigheid van de pellets waardoor de slijtvastheid ongunstig werd beïnvloed.

'Computer'mengsel De vrij grote hoeveelheid energie, die nodig was voor het proces van het 'computer'mengsel op de wals in vergelijking met het malen van dit mengsel op de hamermolen moet waarschijnlijk worden toegeschreven aan het vrij hoge percentage suiker in deze samenstelling. Het meel werd hierdoor, vooral bij iets verhoogde temperatuur, kleverig, hetgeen resulteerde in de vorming van een smalle band

$$1. \text{ Gecorrigeerde produktie (kg/kWh)} = \frac{\text{produktie}}{\text{motorbelasting} - \text{leegloop}}$$

$$\text{Corrected production (kg/kWh)} = \frac{\text{capacity}}{\text{load on the motor} - \text{idle}}$$

Tabel 1. Meetresultaten bij malen, pletten en persen van drie voedermengsels.

	'Graan'		'Computer'		'Melkprodukten'	
	malen	pletten	malen	pletten	malen	pletten
<i>Vermaling/Grinding and rolling:</i>						
Motorbelasting/Motorload						
hamermolen/hammer mill						
(kW)	33,6		33,7		32,3	
ventilator/blower (kW)	8,2		8,2		8,2	
totaal/total (kW)	41,8	6,7	41,9	7,1	40,5	6,7
leegloop/idle (kW)	7,6	3,2	7,6	3,2	7,6	3,2
malen/milling (kW)	34,1	3,5	34,2	3,9	32,8	3,5
Uurprod./Capacity (kg/h)	3258	1472	4645	625	5496	1033
Productie/Production						
(kg/kWh)	78	220	111	88	136	154
Gecorrigeerde productie/						
Corrected production						
(kg/kWh)	96	421	136	160	168	295
Gem. deeltjesgrootte/						
Average particle size (μm)	790	>1500	512	>1500	368	>1500
Gelijkmatigheidscoëfficiënt/						
Coefficient of uniformity	0,68	0,52	0,63	0,55	0,48	0,50
<i>Persen/Pelleting:</i>						
Motorbelasting/Motor						
load (kW)	16,1	16,3	16,5	16,4	19,7	19,0
Uurproductie/Capacity						
(kg/h)	1346	1019	455	430	400	570
Productie/Production						
(kg/kWh)	83,6	62,5	27,6	26,2	20,3	30,0
Meeltemp. vóór persen/						
Meal temp. before pelleting						
(°C)	57	63	33	46	28	42
Vocht vóór persen/						
Moisture before pelleting (%)	15,7	15,9	12,6	11,5	11,1	12,9
Pellettemperatuur/						
Pellet temperature (°C)	70	71	81	84	80	77
Vocht pellets/Moisture						
pellets (%)	14,7	16,1	12,0	11,6	12,6	11,9
Vocht na koelen/						
Moisture after cooling (%)	13,9	13,9	11,0	10,4	10,7	11,2
Afslijting na persen/						
Abrasion after pelleting (%)	12,4	24,4	3,1	4,3	10,6	8,3
Afslijting na koelen/						
Abrasion after cooling (%)	13,9	18,5	2,0	3,2	11,4	5,7
	grinding	rolling	grinding	rolling	grinding	rolling
	'Cereal'		'Linear programmed'		'Milk products'	

Table 1. Performance during milling, rolling and pelleting of three compound feeds.

vastplakkend materiaal om één of beide rollen, het zogenaamde 'wikkelen'. De plaats waar deze band ontstond was volkomen willekeurig, terwijl de band zich tijdens het pletten verplaatste.

Voor het malen en persen van één ton 'computer'mengsel was het energieverbruik:
 $9,0 \text{ kWh} + 36,2 \text{ kWh} = 45,2 \text{ kWh}$.

Voor het pletten en persen was het energieverbruik:

$11,4 \text{ kWh} + 38,2 \text{ kWh} = 49,6 \text{ kWh}$.

Energetisch gezien was bij het 'computer'mengsel het pletten en persen onvoordeliger dan het malen en persen. Het verschil bedroeg 4,4 kWh per ton. Uitgaande van de voor leegloop gecorrigeerde productie werd dit:

$7,4 \text{ kWh (malen)} + 36,2 \text{ kWh (persen)} = 43,6 \text{ kWh}$.

$6,3 \text{ kWh (pletten)} + 38,2 \text{ kWh (persen)} = 44,5 \text{ kWh}$.

Op deze wijze berekend bedroeg het verschil 0,9 kWh per ton.

'Melkprodukten'mengsel Hoewel het 'melkprodukten'mengsel ook veel klevende bestanddelen bevatte, trad hier bij het pletten op de wals geen wikkelen op. Wel bleef veel materiaal in de riffels achter. Bij dit mengsel schommelde het opgenomen vermogen van de hamermolen aanzienlijk, hetgeen waarschijnlijk veroorzaakt werd door het van tijd tot tijd dichtlopen van de zeefgaten.

De productie per kWh lag bij dit mengsel op de wals iets hoger dan op de hamermolen, en het energieverbruik bij het persen was bij het geplette produkt lager dan bij het gemalen materiaal. De kwaliteit van de pellets, verkregen van het geplette mengsel was beduidend beter dan die van de pellets, verkregen uit het gemalen mengsel.

Het totale energieverbruik per ton voor het malen en persen bedroeg voor dit mengsel:

$7,4 \text{ kWh (malen)} + 49,3 \text{ kWh (persen)} = 56,7 \text{ kWh}$.

Voor het pletten en persen werd gevonden:

$6,5 \text{ kWh (pletten)} + 33,3 \text{ kWh (persen)} = 39,8 \text{ kWh}$.

Het pletten leverde dus bij dit mengsel een aanzienlijke energie-winst op. Deze bedroeg 16,9 kWh per ton. Uitgaande van de voor leegloop gecorrigeerde productie werd het volgende gevonden:

$6,0 \text{ kWh (malen)} + 49,3 \text{ kWh (persen)} = 55,3 \text{ kWh}$.

$3,4 \text{ kWh (pletten)} + 33,3 \text{ kWh (persen)} = 36,7 \text{ kWh}$.

De energiewinst in het geval pletten was 18,6 kWh per ton.

6 Discussie

In alle drie mengsels was het geplette materiaal beduidend grover dan het meel uit de hamermolen, terwijl ook de spreiding in deeltjesgrootte veel groter was. Dit trad vooral op bij het 'graan'mengsel, waarin de haverkorrel een moeilijke grondstof bleek te zijn. Bij het walsen werd het binnenste van de haverkorrel wel verkleind, maar de dop werd nauwelijks beschadigd. In de hamermolen werd de dop wel vermalen.

Uit al deze waarnemingen is gebleken, dat vooral klevende componenten zoals

suiker, maar ook melkeiwitten het energieverbruik van de wals aanzienlijk verhoogden. De hamermolen ondervond hiervan blijkbaar minder last. Mengsels met veel zachte en reeds tamelijk fijn verdeelde componenten waren na het pletten met de wals goed persbaar, terwijl de pellets een geringe afslijting vertoonden.

De vraag blijft bestaan, of de wals, zoals hij voor deze proeven gebruikt is, wel de meest ideale uitvoering had. De indruk bestaat, dat de riffeling van de rollen van de wals verre van ideaal was. Met een iets fijnere en vooral ook scherpere riffel was het waarschijnlijk mogelijk geweest ook de haverdoppen te verkleinen, terwijl ook het plakken van het meel aan de rollen veel minder gauw zou zijn opgetreden.

Bij deze wals werden de rollen schoongehouden door een tegen de rol geklemde harde borstel. Het is heel wel mogelijk, dat het gebruik van een schraapmes meer effect zou hebben gesorteerd.

Bovendien moesten, om de rollen voldoende dicht bij elkaar te krijgen, de tanden van de beide aandrijftandwielen veel te diep in elkaar gestoken worden. Dit veroorzaakte een zeer grote wrijving. Hierdoor was bijna de helft van het beschikbare vermogen nodig om de wals in beweging te houden. Dit is dan ook de reden, dat wij, hoewel ongebruikelijk, omdat dit een te geflatteerd beeld geeft, ook de voor leegloop gecorrigeerde produktie kWh hebben opgegeven.

7 Conclusie

Hoewel het malen op een goed functionerende hamermolen werd vergeleken met het pletten op een betrekkelijk willekeurig gekozen wals met een hoog opgenomen vermogen bij leegloop is gebleken, dat bij twee van de drie samenstellingen met de pletwals een energiebesparing werd verkregen. Bij het 'graan'mengsel werden na walsen slechtere pellets verkregen dan na malen (mogelijk te wijten aan de haverdoppen). Bij het 'computer'mengsel was de kwaliteit van de pellets vrijwel gelijk, terwijl bij het 'melk'mengsel door pletten een betere kwaliteit werd verkregen.

Het pletten van mengvoedermengsels biedt, uit technologisch oogpunt, zeker perspectieven.

II Veevoedertechnische aspecten

B. Smits en J. Boeve*

1 Inleiding

Een toenemend deel der varkensvoerders wordt in Nederland in brokvorm geproduceerd. Het tot brokjes persen van de krachtvoerders heeft naast een aantal bezwaren, zoals b.v. de hogere produktiekosten, tevens een groot aantal voordelen, b.v. betere mestresultaten, minder opslagruimte, minder ontmenging, het produkt is minder besmet met ziektekiemen e.d. (Davids, 1970; Vanschoubroek e.a., 1971; overzichtsartikel).

Eén van de mogelijke redenen voor de betere mestresultaten kan de kleinere deeltjesgrootte van het voer zijn, welke ten gevolge van het persprocédé ontstaat. In de literatuur wordt aangegeven, dat verkleining van de fysische deeltjesgrootte tot betere resultaten kan leiden (Lawrence, 1970; overzichtsartikel).

Lawrence (1967 en 1970) verkreeg daarentegen bij zijn proeven met geplette tarwe en geplette gerst, waarvan resp. 75% en 85% in het rantsoen was opgenomen, resultaten welke gelijk en soms zelfs beter waren dan de resultaten, welke met de gemalen produkten waren verkregen.

Deze gegevens zijn de aanleiding geweest om het pletten van krachtvoedermengsels voor mestvarkens niet bij voorbaat af te wijzen.

2 Opzet en verloop van de proeven

2.1 Produkten

Drie mengsels werden op verteerbaarheid onderzocht. Deze mengsels waren: een 'graan'mengsel, een 'computer'mengsel en een 'melkprodukten'mengsel. Van elk van de genoemde mengsels werden twee modificaties in het onderzoek betrokken: (a) de mengsels zijn gemalen en geperst, en (b) de mengsels zijn geplet en geperst. De samenstelling van de mengsels is in de bijlage en de belangrijkste kengetallen van de mengsels zijn in tabel 2 weergegeven.

Van elk van de drie mengsels is telkens één ton gemalen met een hamermolen en één ton geplet op een wals. De verkregen tussenprodukten werden gemengd, waarna melasse werd toegevoegd. Het gemelasseerde produkt werd geperst tot brokjes met een doorsnede van 5 mm.

* B. Smits en J. Boeve, Instituut voor Veevoedingsonderzoek 'Hoorn' te Hoorn.

Tabel 2. Berekende kengetallen van de mengsels m.b.v. de Veevoedertabel 1971.

	'Graan'- mengsel	'Computer'- mengsel	'Melkproduk- ten' mengsel
Energiewaarde/Energy value (E.W.)	1,01	1,00	1,01
Vre/Digestible crude protein (%)	13,40	13,20	13,00
Rc/Crude fibre (%)	4,80	4,60	3,60
Ca (%)*	0,35	0,36	0,46
P (%)*	0,49	0,53	0,52
Lysine (%)	0,75	0,74	0,78
Methionine (%)	0,28	0,28	0,30
Cystine (%)	0,29	0,27	0,27
Methionine + cystine (%)	0,57	0,55	0,57
	'Cereal' mixture	'Linear pro- grammed' mixture	'Milk products' mixture

* Berekend zonder toevoeging van mineralen/Calculated without addition of minerals.

Table 2. Characteristics of the mixtures, calculated on the basis of the Feeding Table 1971.

2.2 Proeftechniek

Het doel van een verteringsproef is het vaststellen van de verteringscoëfficiënten van de bestanddelen van een voedermiddel, bepaald volgens de Weender analyse. Slechts het verteerde gedeelte van een voer kan door het dier gebruikt worden voor onderhoud en produktie.

Een passende proeftechniek moet aan de vraagstelling beantwoorden. Voor een uitvoerige technische beschrijving van een verteringsproef met varkens wordt verwezen naar het proefschrift van J. Dammers (1964).

Deze serie verteringsproeven werd uitgevoerd volgens het principe van een z.g. Latijns vierkant. Tabel 3 geeft een overzicht van het proefschema. In totaal werden 36 verteringsproeven uitgevoerd met zes mestvarkens, zes perioden en zes behandelingen (= voeders).

De lengte van de voorperiode bedroeg zeven dagen, terwijl de hoofdperiode uit tien dagen bestond.

Het voer werd voor de aanvang van elke proef per dier in één keer afgewogen, waarbij tevens een representatief monster werd getrokken. Per voer werden drie afzonderlijk genomen monsters volledig geanalyseerd.

De tijdens de hoofdperiode geproduceerde mest werd in een koelkast bij 4°C bewaard. Aan het eind van de hoofdperiode werd de mest gehomogeniseerd en vervolgens werden er duplo-monsters getrokken. Van de dagelijks geproduceerde urine, welke in een sterk zuur milieu werd opgevangen, werd, nadat ze gewogen was, een procentueel monster genomen.

Tabel 3. Indeling van het Latijns vierkant.

Proef/ Experiment	Dier/Animal					
	14	17	19	16	18	15
VV 252	g/m	comp/pl	comp/m	g/pl	me/m	me/pl
VV 253	me/m	me/pl	g/m	comp/pl	comp/m	g/pl
VV 254	me/pl	g/m	comp/pl	comp/m	g/pl	me/m
VV 255	comp/m	g/pl	me/m	me/pl	g/m	comp/pl
VV 256	comp/pl	comp/m	g/pl	me/m	me/pl	g/m
VV 257	g/pl	me/m	me/pl	g/m	comp/pl	comp/m
m = malen/grinding						
pl = pletten/rolling						
g = 'graan'mengsel/'cereal'mixture						
me = 'melkprodukten'mengsel/'milk products'mixture						
comp = 'computer'mengsel/'linear programmed'mixture						

Table 3. Arrangement of the Latin square.

2.3 Proefdieren en voederniveau

De verteringsproeven werden uitgevoerd met zes gecasteerde mannelijke varkens van het G.Y.-ras. Op het moment dat de dieren opgezet werden op de boxen bedroeg het gemiddelde gewicht ca. 35 kg. De gezondheidstoestand en de conditie van de dieren was uitstekend. Bij deze verteringsproeven werd een voederniveau aangehouden dat $\pm 10\%$ onder de norm van het C.V.B. lag, teneinde de volledige opname van het rantsoen te garanderen. Tevens werd de te verstrekken hoeveelheid voer elke dag met 14 gram verhoogd. Dit werd gedaan om een zo goed mogelijke aansluiting te verkrijgen met het 'ideale' voederregiem, waarbij de voederbehoefte zo goed mogelijk aangepast is aan de groeicurve van het dier.

2.4 Verloop van de proeven

De verteringsproeven hebben een ongestoord verloop gehad. Tegen het einde van de serie begon dier nr. 19 voederresten over te laten. De dagelijks te verstrekken hoeveelheid voer werd daarna iets verminderd.

3 Resultaten

Tabel 4 geeft de chemische samenstelling van de onderzochte voeders. Het valt op dat er tussen de beide modificaties van hetzelfde mengsel vrij veel kleine verschillen zijn waar te nemen.

In tabel 5 wordt een vergelijking gemaakt tussen de chemische samenstelling berekend met behulp van de procentuele samenstelling van de mengsels en de waarden van de afzonderlijke componenten vermeld in de Veevoedertabel van het Centraal Vee-

Tabel 4. Chemische analyses van de mengsels op basis van de droge stof (%)

	'Graan'mengsel		'Computer'mengsel		'Melkprodukten'-mengsel	
	malen	pletten	malen	pletten	malen	pletten
Ruw eiwit/Crude protein	18,40	17,84	17,79	18,33	17,70	16,46
Ruw vet/Crude fat	3,72	3,35	3,53	3,46	2,61	2,62
Ruwe celstof/Crude fibre	6,32	6,41	7,08	6,32	4,81	5,01
As/Ash	4,90	5,80	6,16	6,04	6,00	6,68
Cal/g	4457	4406	4403	4388	4334	4293
	grinding	rolling	grinding	rolling	grinding	rolling
	'Cereal'mixture		'Linear program-med'mixture		'Milk products'mixture	

Table 4. Chemical analysis of the concentrate mixtures on dry matter basis (%).

Tabel 5. Vergelijking van de berekende en de bepaalde chemische samenstelling van de mengsels (% in ds).

	'Graan'mengsel		'Computer'mengsel		'Melkprodukten'-mengsel	
	berekend	bepaald ¹	berekend	bepaald ¹	berekend	bepaald ¹
Droge stof/Dry matter	86,99	86,60	88,33	88,60	88,47	88,54
Ruw eiwit/Crude protein	18,06	18,12	17,76	18,06	17,00	17,08
Ruw vet/Crude fat	3,74	3,54	3,33	3,50	3,32	2,62
Ruwe celstof/Crude fibre	5,56	6,36	5,26	6,70	4,06	4,91
As/Ash	6,42	5,35	7,37	6,10	7,69	6,34
	calculated	analysed ¹	calculated	analysed ¹	calculated	analysed ¹
	'Cereal'mixture		'Linear program-med'mixture		'Milk products'mixture	

1. Deze getallen zijn gemiddelden van de beide modificaties/These figures are averages of the two modifications.

Table 5. Comparison of the calculated and the analysed chemical composition of the concentrate mixtures (% in the dry matter).

voederbureau en de gevonden chemische samenstelling. Ook hierbij valt het op dat er tussen de berekende en de bepaalde samenstelling verschillen bestaan, vooral bij de ruwe-celstof- en de aspercentages.

De resultaten van de verteringsproeven worden in tabel 6 vermeld. Deze tabel heeft betrekking op de gemiddelde verteringscoëfficiënten van resp. energie (cal), ruw eiwit (re), droge stof (ds) en organische stof (os). Eveneens wordt opgegeven de gemiddelde eiwitaanzet in grammen per dag. Laatstgenoemde getallen werden afgeleid uit de stikstofbalans.

Tabel 6. Gemiddelde verteringscoëfficiënten en gemiddelde eiwitaanzet (g/dag).

Klasse	Energie	Ruw eiwit	Droge stof	Organi-sche stof	Eiwit-aanzet
a. 'Graan'mengsel, gemalen/ 'Cereal'mixture, ground	82,2	83,7	82,4	83,9	120,6
b. 'Graan'mengsel, geplet/ 'Cereal' mixture, rolled	82,5	82,1	83,1	83,7	118,3
c. 'Computer'mengsel, gemalen/ 'Linear programmed' mixture, ground	78,8	79,8	78,3	80,4	110,3
d. 'Computer'mengsel, geplet/ 'Linear programmed' mixture, rolled	81,4	80,7	81,1	83,0	119,1
e. 'Melkprodukten'mengsel, gemalen/ 'Milk products' mixture, ground	85,2	86,4	84,2	86,4	122,8
f. 'Melkprodukten'mengsel, geplet/ 'Milk products' mixture, rolled	82,2	82,3	82,6	83,8	109,1
g. $\frac{a + b}{2}$	82,35	82,90	82,75	83,80	119,45
h. $\frac{c + d}{2}$	80,10	80,25	79,70	81,70	114,70
i. $\frac{b + d}{2}$	81,95	81,40	82,10	83,35	118,70
j. $\frac{a + c}{2}$	80,50	81,75	80,35	82,15	115,45
e - f	3,00 ⁴	4,10 ³	1,60 ¹	2,60 ¹	13,70
g - h	2,25 ³	2,65 ³	3,05 ⁴	2,10 ³	4,75
i - j	1,45 ¹	-0,35	1,75 ²	1,20	3,25
Subclass	Energy	Crude protein	Dry matter	Organic matter	Protein deposition

1. $P < 0,05$; 2. $P < 0,01$; 3. $P < 0,005$; 4. $P < 0,001$.

Table 6. Average digestion coefficients and average protein deposition ($N \times 6.25$) in grams per day.

Tabel 7. Variantie-analyse.

Variatiebronnen	Vrijheidsgraden
Dieren/Animals	5
Proeven/Trials	5
'Melkprodukten' mengsel versus andere mengsels/ 'Milkproducts' mixture versus other mixtures	1
'Melkprodukten' mengsel: malen versus pletten/ 'Milkproducts' mixture: grinding versus rolling	1
'Graan' mengsel versus 'computer' mengsel/ 'Cereal' mixture versus 'linear programmed' mixture (A)	1
'Graan' + 'computer' mengsel: malen versus pletten/ 'Cereal' + 'linear programmed' mixtures: grinding versus rolling (B)	1
Interactie/Interaction A $\times$ B	1
Rest/Residual	20
Totaal/Total	35
Sources of variation	Degrees of freedom

Table 7. Analysis of variance.

De gegevens, welke verkregen zijn in de verteringsproeven, werden onderworpen aan een variantie-analyse, waarbij achtereenvolgens werd nagegaan of er significante leeftijds- en voer + bereidingsinvloeden waren.

Vervolgens werd de voer- + bereidingsinvloed opgesplitst in:

- 'melkprodukten' mengsel versus andere voersoorten
- 'melkprodukten' mengsel: gemalen versus geplet
- 'graan' mengsel versus 'computer' mengsel (A)
- 'graan' + 'computer' mengsels: malen versus pletten (B)
- interactie A $\times$ B.

Er wordt dus o.a. een onderscheid gemaakt tussen de 'graan'- + 'computer' mengsels enerzijds en het 'melkprodukten' mengsel anderzijds. De reden hiervan is dat het 'melkprodukten' mengsel louter om procestechnische redenen in de serie werd opgenomen. Gezien de samenstelling van dit mengsel was de verwachting aanwezig dat er moeilijkheden zouden ontstaan bij de productie van het mengsel. Deze bewust geïntroduceerde moeilijkheden zouden een nadelige invloed kunnen hebben op de verterbaarheid van het mengsel, dat in deze samenstelling niet in de praktijk voorkomt.

Om te voorkomen dat de uitkomsten van het 'melkprodukten' mengsel de interpretatie van de gegevens bemoeilijken, wordt in het volgende hoofdstuk een beschouwing gegeven van de resultaten, beide met en zonder inbegrip van het 'melkprodukten' mengsel. Tabel 7 geeft een schematisch overzicht van de variantie-analyse, zoals deze in de proeven wordt toegepast.

Om een inzicht te hebben in de nauwkeurigheid van de verteringsproeven worden in tabel 8 de standaardafwijkingen en de variatiecoëfficiënten van de verteringscoëfficiënten van de verschillende voederbestanddelen en de eiwitaaanzet gegeven.

Tabel 8. Standaardafwijkingen en variatiecoëfficiënten van de verteringscoëfficiënten.

	Standaard- afwijking	Variatie- coëfficiënt
Energie/Energy	1,5	1,9
Ruw eiwit/Crude protein	1,8	2,2
Droge stof/Dry matter	1,3	1,6
Organische stof/Organic matter	1,6	1,9
Eiwitaanzet/Protein deposition ($N \times 6,25$)	14,3	12,3
	Standard deviation	Variation coefficient

Table 8. Standard deviation and variation coefficients of the digestion coefficients.

4 Bespreking van de resultaten

4.1 Chemische analyses

Uit tabel 4 blijkt dat er tussen de geplette en de gemalen vorm van een mengsel kleine verschillen in chemische samenstelling bestaan. Dit is met name het geval bij het ruw-eiwitpercentage en zo nu en dan eveneens bij de ruwe-celstof- en aspercentages. Een duidelijke verklaring hiervoor is niet te geven.

Tussen de m.b.v. de Veevoedertabel van het C.V.B. berekende, en de bepaalde chemische samenstelling van de mengsels zijn eveneens verschillen waar te nemen, zoals uit tabel 5 blijkt. De bepaalde ruwe-celstof- en aspercentages lagen hoger resp. lager dan de berekende gehalten. Deze verschillen lijken bij het 'computer'mengsel groter te zijn dan bij het 'graan'mengsel. Dit is in overeenstemming met de gegevens, welke Boeve (niet gepubliceerde gegevens, 1972) heeft gevonden en waarin hij tot de conclusie komt dat het gebruik van de gemiddelde cijfers, zoals deze in de Veevoedertabel staan vermeld, voor de 'modernere' grondstoffen, waarbij een grotere variatie in samenstelling mogelijk is, tot grotere fouten aanleiding kan geven dan bij het gebruik van produkten met een meer constante samenstelling (b.v. granen).

4.2 Verteringscoëfficiënten

In deze serie verteringsproeven kon noch een dier- noch een leeftijdsinvloed worden aangetoond met betrekking tot de verteerbaarheid van alle onderzochte bestanddelen.

Energie De verteringscoëfficiënt van de energie van het geplette 'melkprodukten'-mengsel ligt significant lager dan die van het gemalen 'melkprodukten'mengsel ($P < 0,005$). Van de geplette 'graan'- + 'computer'mengsels bedraagt hij gemiddeld 81,95% en voor de gemalen modificatie 80,50%. Het verschil van 1,45% is

significant ($P < 0,05$).

De interactie voer-behandeling is bij de 'graan'- + 'computer'mengsels significant bij $P < 0,07$, hetgeen wil zeggen dat er bij $P < 0,07$ een wezenlijk verschil in het effect van de behandeling bestaat tussen het 'graan'mengsel en het 'computer'mengsel.

Ruw eiwit(re) De verteringscoëfficiënt van het ruw eiwit van het geplette 'melkprodukten'mengsel ligt significant lager dan die van het gemalen mengsel ($P < 0,001$). Tussen de geplette en de gemalen vorm van de beide andere mengsels kon geen significant verschil worden aangetoond. De interactie voer-behandeling is significant bij $P < 0,106$.

Droge stof(ds) Er kon een significant verschil worden aangetoond tussen de geplette- en de gemalen modificatie van het 'melkprodukten'mengsel, ten gunste van de gemalen vorm ($P < 0,05$).

Ook tussen de geplette en de gemalen vorm van de twee andere mengsels kon een significant verschil worden aangetoond ($P < 0,01$). De gemiddelde verteringscoëfficiënten bedragen resp. 82,10 % en 80,35 %. Het verschil is 1,75 eenheden ten gunste van de geplette vorm. De interactie voer-behandeling is significant bij $P < 0,064$.

Organische stof(os) Ook hier weer een significant verschil ten gunste van de gemalen vorm bij het 'melkprodukten'mengsel ($P < 0,05$). Bij de andere mengsels kon een interactie worden aangetoond ($P < 0,05$).

Uit deze gegevens kan een significante negatieve invloed worden vastgesteld op de verteerbaarheid van de voederbestanddelen van het geplette 'melkprodukten'mengsel.

Bij $P < 0,05$ kon alleen bij de verteringscoëfficiënt van de organische stof een significante interactie voer-behandeling worden aangetoond. In de andere gevallen was de interactie bij $P < 0,05$ niet significant doch wel duidelijk aanwezig. Teneinde een beter inzicht te verkrijgen in deze interactie werd een variantie-analyse malen versus pletten binnen het 'graan'- en binnen het 'computer'mengsel toegepast, hetgeen over het totaal van de proef bezien een minder scherpe toets is, waardoor de kans op minder juiste uitspraken toeneemt.

De resultaten, welke op deze wijze werden verkregen tonen aan, dat er binnen het 'graan'mengsel geen wezenlijke verschillen bestaan tussen het gemalen en het geplette produkt. Bij het 'computer'mengsel konden er significante verschillen ($P < 0,005$) worden aangetoond bij de verteringscoëfficiënten van de droge stof, energie en organische stof. Deze verschillen waren allen ten gunste van de geplette vorm en bedroegen resp. 2,8; 2,6 en 2,6 eenheden.

Het pletten heeft bij het 'graan'mengsel vrijwel geen invloed gehad op de verteerbaarheid, hetgeen overeenkomt met de gegevens, die Lawrence (1967 en 1970) in zijn proeven heeft gevonden.

Het positieve effect van het pletten bij het 'computer'mengsel kan mogelijkkerwijs

verklaard worden door de andere structuur van dit mengsel bij de geplette modificatie. In de 'computer'mengsels worden dikwijls produkten verwerkt, welke reeds een zeer fijne structuur hebben. Tengevolge van het malen en persen wordt de structuur nogmaals veranderd, waardoor de kans aanwezig is, dat er een ongunstige structuur ontstaat.

Teneinde na te gaan of het gunstige effect van het pletten van moderne geperste mengvoeders een kwestie van structuur is, zal meer onderzoek in deze richting gedaan moeten worden.

4.3 De eiwitaanzet

De per dag verstrekte hoeveelheid eiwit is zo hoog, dat er ondanks een voeding van ca. 10% onder de behoeftenorm geen invloed is te verwachten op de eiwitaanzet per dag. In tabel 6 wordt de eiwitaanzet weergegeven. Met behulp van de toegepaste variantieanalyse kon een significante invloed van het rantsoentype inderdaad niet worden aangetoond, wel een, te verwachten, leeftijdsinvloed ($P < 0,005$).

4.4 Standaardafwijking en variatiecoëfficiënt

Uit de gegevens in tabel 8 kan men de conclusie trekken, dat de verteringsproeven een normaal verloop hebben gehad. De variatiecoëfficiënten van de verkregen verteringscoëfficiënten en de eiwitaanzet liggen in de orde van grootte, die normaliter bij verteringsproeven gevonden wordt.

5 Samenvatting en conclusie

In deze serie verteringsproeven werd een drietal mengsels op verteerbaarheid onderzocht, nl: een 'graan'mengsel, een 'computer'mengsel en een 'melkprodukten'-mengsel.

De eerste twee mengsels waren in veevoedingstechnisch opzicht interessant, terwijl het derde mengsel om technologische redenen werd onderzocht.

Van elk van de mengsels werden twee modificaties in het onderzoek betrokken: (a) mengsel malen en persen en (b) mengsel pletten en persen.

- De serie omvatte een 36-tal verteringsproeven uitgevoerd volgens een Latijns vierkant met zes mestvarkens, zes perioden en zes behandelingen.
- De chemische samenstelling van de beide modificaties van een mengsel geeft in enkele gevallen kleine verschillen te zien. Een verklaring hiervoor is niet aanwezig.
- Tussen de met behulp van de Veevoedertabel berekende en de bepaalde chemische samenstelling zijn bij het ruwe-celstof- en bij het asgehalte verschillen waargenomen. Deze verschillen lijken groter te zijn bij het 'computer'mengsel dan bij het 'graan'-mengsel. Een mogelijke verklaring wordt besproken.
- De verteerbaarheid van alle voederbestanddelen van het gemalen 'melkprodukten'-mengsel ligt significant hoger dan de overeenkomstige verteringscoëfficiënten van het

geplette mengsel. De verschillen voor energie, ruw eiwit, droge stof en organische stof bedroegen resp. : 3,0; 4,1; 1,6 en 2,6 eenheden.

– Ten aanzien van de verteringscoëfficiënten van de energie en droge stof konden er significante verschillen worden aangetoond bij vergelijking van malen met pletten bij de 'graan'- + 'computer'mengsels. Deze verschillen vielen ten gunste uit van de geplette modificatie en bedroegen resp.: 1,75 en 1,45 eenheden. Binnen het 'graan'-mengsel konden er geen wezenlijke verschillen worden aangetoond tussen de beide modificaties. Bij het 'computer'mengsel daarentegen werden er significante verschillen ($P < 0,005$) waargenomen bij de verteringscoëfficiënten van de droge stof, energie en organische stof. De verteringscoëfficiënten van het geplette 'computer'-mengsel waren in deze gevallen resp. 2,8; 2,6 en 2,6 eenheden hoger dan de overeenkomstige verteringscoëfficiënten van de gemalen modificatie.

– Geen significante verschillen tussen de mengsels konden worden aangetoond met betrekking tot de eiwitaanzet (g/dag).

– Dierinvloeden konden niet en een leeftijdsinvloed kon alleen bij de dagelijkse eiwitaanzet worden aangetoond.

– De verteringsproeven zijn met de gewenste nauwkeurigheid uitgevoerd, zoals blijkt uit de variantie-analyse; de reststandaardafwijking van de verteringscoëfficiënten van de energie, ruw eiwit, droge stof en organische stof waren resp.: 1,5; 1,8; 1,3 en 1,6. Samenvattend kan worden gesteld, dat bij het 'computer'mengsel het pletten van het mengsel een positief, bij het 'graan'mengsel géén en bij het 'melkprodukten'mengsel een negatief effect heeft veroorzaakt.

Literatuur

Centraal Veevoederbureau in Nederland, 1970. Verkorte tabel. Wageningen.

Centraal Veevoederbureau in Nederland, 1971. Veevoedertabel. Wageningen.

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

Davids, W., 1970. Korrelvoeding aan mestvarkens. Circulaire Centraal Veevoederbureau, Wageningen.

Lawrence, T. L. J., 1967. High level cereal diets for the growing/finishing pig. *J. agric. Sci., Camb.* 68:269–274.

Lawrence, T. L. J., 1970. Some effects of including differently processed barley in the diet of the growing pig. *Anim. Prod.* 12:139–150.

Lawrence, T. L. J., 1972. A review of some effects on health and performance of variations in the physical form of the diet of the growing pig. *Vet. Rec.* 91:67–70.

Vanschoubroek, F., L. Couche & R. van Spaendonck, 1971. The quantitative effect of pelleting feed on the performance of piglets and fattening pigs. *Nutr. Abstr. Rev.* 41 (1) 1–9.

Summary

Rolling or hammer-milling of pig feeds: milling performance and nutritive value

The effect of rolling ready mixed materials of feed compositions was compared with that of grinding them with a hammer mill. Both the rolled and the ground products were pelleted, and the pellets given to pigs. Processing and nutritional aspects were studied at separate institutes. The mixtures were (1) a cereal mixture, (2) a mixture designed by linear programming and (3) a mixture containing milk products. (Appendix, Tables 2, 4 and 5).

The Institute for Cereals, Flour and Bread TNO prepared the mixtures, half of each was rolled, the other half ground in a hammer mill. The variants of the feeds were then pelleted. During each stage of processing, energy consumption and production per hour were estimated. The pellet quality was assessed by measuring resistance to abrasion (Table 1). Power consumption per kg was less with rolling except for the mixture containing milk products. Rolling gave pellets of equal or better quality except for the cereal mixture, rich in oats. This is probably due to the oat hulls not being disintegrated during rolling.

At the Institute for Animal Feeding and Nutrition Research 'Hoorn' the pelleted feeds were supplied to castrated pigs. With the six variants, 36 digestibility trials were arranged according to a Latin square design (Tables 3 and 7). The digestibilities of dry matter, energy, crude protein and organic matter were estimated (Tables 6 and 8). The ground variant of the feed with milk products was significantly better digested than its rolled modification. The differences for energy, crude protein, dry matter and organic matter were 3.0; 4.1; 1.6 and 2.6 units, respectively. In the cereal mixture, no difference in digestibility was observed between the ground and the rolled modifications. Of the 'linear programmed' mixture, the rolled modification was significantly more digestible than its ground variant. The differences for energy, dry matter and organic matter were 2.6; 2.8 and 2.6 units, respectively.

No significant differences were found in N-balance between mixtures or variants. N-balance became more positive with advancing age.

Bijlage. Samenstelling van de mengsels (in %).

	'Graan'- mengsel	'Computer'- mengsel	'Melkproduk- ten'mengsel
Haver/Oat	20.0	–	15.0
Mais/Maize	30.0	10.0	25.0
Gerst/Barley	28.0	10.0	10.0
Hominy chop	–	10.0	–
Maisglutenvoer/Maize gluten feed	–	15.0	11.0
Tapiocawortelenmeel/Tapioca meal	–	16.0	–
Pollards	–	10.0	–
Gedenatureerde suiker/Denatured sugar	–	8.0	–
Sojaschroot/Solvent extracted soybean meal	10.0	9.0	–
Vismeel/Fish meal	2.5	2.5	2.0
Diermeel/Meat meal tankage	2.5	2.5	1.0
Rietmelasse/Cane molasses	5.0	5.0	8.0
Magere melkpoeder/Skimmilk powder	–	–	10.0
Weipoeder/Whey powder	–	–	16.0
Vitaminen + mineralen/Vitamins + minerals	2.0	2.0	2.0
	'Grain' mixture	'Linear program- med mixture	'Milk products' mixture

Appendix. Composition of the concentrate mixtures (in %).

