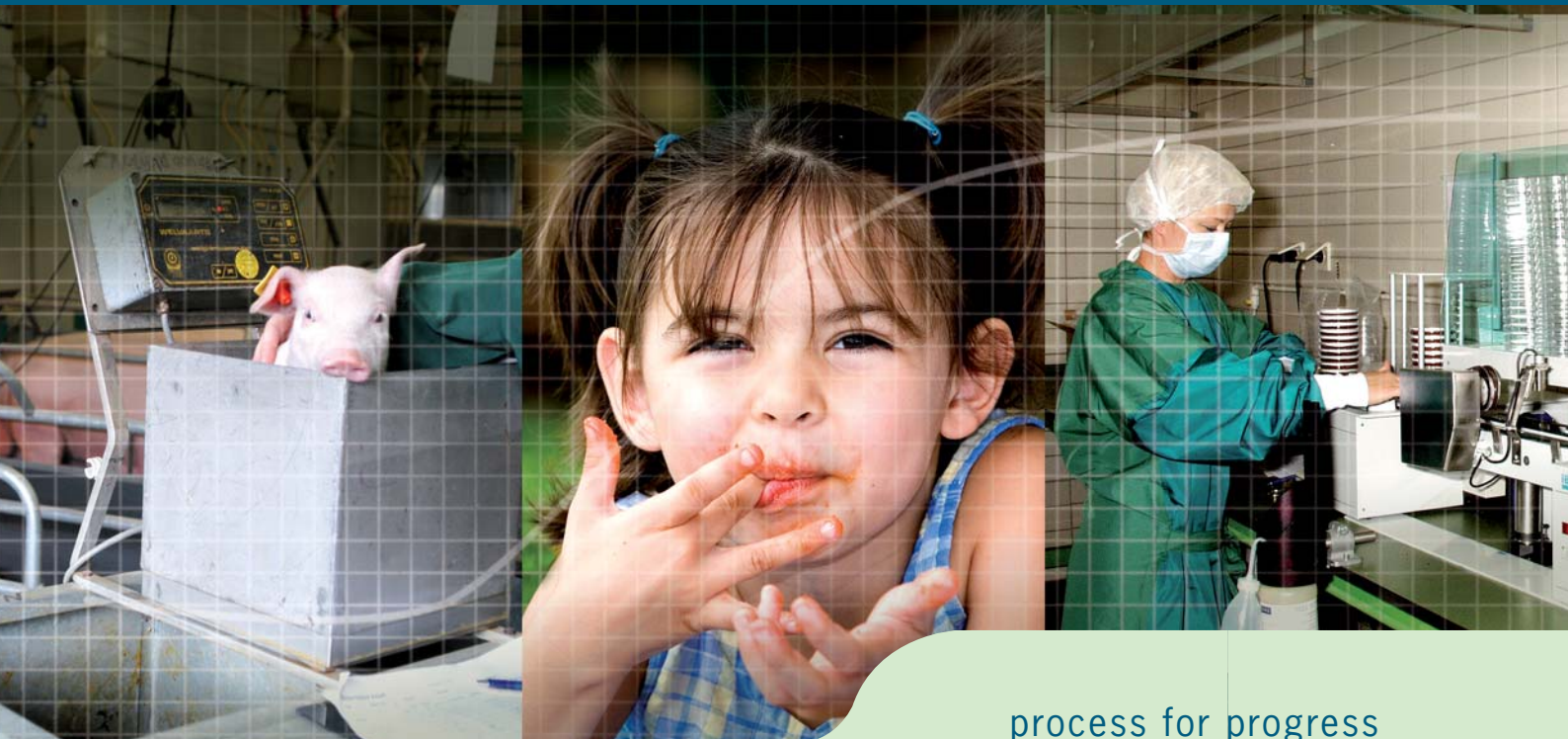


Animal Sciences Group

Divisie Veehouderij, kennispartner voor de toekomst



process for progress

Rapport 51

Verteerbaarheid (ileaal en faecaal) van biologisch
geteelde eiwitrijke voedergrondstoffen bij
varkens

Juli 2007



ANIMAL SCIENCES GROUP
WAGENINGEN UR

Colofon

Uitgever

Animal Sciences Group van Wageningen UR

Postbus 65, 8200 AB Lelystad

Telefoon 0320 - 238238

Fax 0320 - 238050

E-mail Info.veehouderij.ASG@wur.nl

Internet <http://www.asg.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Aansprakelijkheid

Animal Sciences Group aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Liability

Animal Sciences Group does not accept any liability for damages, if any, arising from the use of the results of this study or the application of the recommendations.

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website. In Nederland vindt het meeste onderzoek voor biologische landbouw en voeding plaats in voornamelijk door het ministerie van LNV gefinancierde onderzoeksprogramma's. Aansturing hiervan gebeurt door Bioconnect, het kennisnetwerk voor de Biologische Landbouw en Voeding in Nederland (www.bioconnect.nl). Hoofduitvoerders van het onderzoek zijn de instituten van Wageningen UR en het Louis Bolk Instituut. Zij werken in de cluster Biologische Landbouw (LNV gefinancierde onderzoeksprogramma's) nauw samen. Dit rapport is binnen deze context tot stand gekomen. De resultaten van de onderzoeksprogramma's vindt u op de website www.biokennis.nl. Vragen en/of opmerkingen over het onderzoek aan biologische landbouw en voeding kunt u mailen naar: info@biokennis.nl



De certificering volgens ISO 9001 door DNV onderstreept ons kwaliteitsniveau. Op al onze onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponereerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Abstract

In this research the ileal digestibility of nitrogen and amino acids and the faecal digestibility of organic matter, nitrogen, fat, non-starch polysaccharides, energy and phosphorus of protein-rich organically-grown feed raw materials were evaluated in pigs. The products were rapeseed meal expeller, soybean meal expeller, sunflower seed expeller, sesame seed expeller and lupins. In some feedstuffs, chemical composition and digestibilities deviated somewhat from tabulated values.

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

A.W. Jongbloed, J. Th. M. van Diepen

Titel:

TVerterbaarheid (ileaal en faecaal) van biologisch geteelde eiwitrijke voedergrondstoffen bij varkensT
Rapportnummer 51

Trefwoorden:

Varkens, biologische grondstoffen, voederwaarde



Rapport 51

Verteerbaarheid (ileaal en faecaal) van biologisch
geteelde eiwitrijke voedergrondstoffen bij
varkens

Digestibility (ileal and faecal) of organically-
grown protein-rich raw materials in pigs

Jongbloed, A.W.

Diepen van, J.Th.M.

Juli 2007

Voorwoord

Het onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit en begeleid vanuit de Productwerkgroep Varkensvlees van Biologica. De auteurs bedanken het Ministerie van LNV voor de financiële ondersteuning van het onderzoek en de Productwerkgroep Varkensvlees voor de inhoudelijke bijdrage. Daarnaast bedanken de auteurs de stakeholders in het projectteam, dhr. J. van Alphen (varkenshouder), dhr. F. Wagenberg (varkenshouder), dhr. A. Tijkorte van ForFarmers en dhr. A. Heuven van Reudink Voeders voor hun constructieve inhoudelijke bijdrage aan het project. De onderzochte grondstoffen zijn gekozen door deze projectgroep en door de werkgroep van Nevedi en door de industrieleden geleverd, waarvoor dank. De dierverzorgers die verantwoordelijk waren voor het verzorgen van de dieren en het nemen van de voer-, faeces- en chymusmonsters past een woord van dank. De chemische analyses werden verzorgd door het Chemisch en Endocrinologisch laboratorium van ASG onder leiding van Léon de Jonge.

Age W. Jongbloed
Senior onderzoeker

Samenvatting

Van de verteerbaarheid en voederwaarde van biologische geteelde krachtvoedergrondstoffen voor vleesvarkens is nauwelijks iets bekend. Daarom is in een onderzoek door ASG in Lelystad met individueel gehuisveste vleesvarkens de darm- en faecale verteerbaarheid en voederwaarde van enkele eiwitrijke grondstoffen vastgesteld. De verteerbaarheidsmetingen vonden plaats bij een lichaamsgewicht van de varkens tussen 40 en 80 kg. De verteerbaarheden van drogestof, organische stof, as, ruw eiwit, ruw vet, niet-zetmeel koolhydraten (NSP) en bruto energie alsmede de ileale verteerbaarheid van ruw eiwit, aminozuren en zetmeel zijn berekend met behulp van chroom als indicator.

De belangrijkste resultaten staan in onderstaande tabel. De energiewaarde (EW) van het basisvoer was 1,13. De energiewaarde van de onderzochte partijen was behalve voor de lupinen, duidelijk hoger dan aangegeven door de Veevoedertabel (2005). De hoeveelheid darmverteerbaar lysine was vergeleken met de Veevoedertabel hoger in raapzaad- en sesamzaadschilfers maar lager in sojaschilfers en lupinen en vrijwel gelijk in zonnebloemzaadschilfers. De hoeveelheid darmverteerbaar methionine en cystine was behalve voor sesamzaadschilfers, in de overig onderzochte grondstoffen lager dan vermeld in de Veevoedertabel. De hoeveelheid verteerbaar P was vooral in sesamzaadschilfers en lupinen duidelijk lager dan de waarden in de Veevoedertabel.

	Basisvoer	Raapzaad- schilfers	Soja schilfers	Zonnebloem- zaadschilfers, ged. ontdopt	Sesamzaad- schilfers	Blauwe Lupinen
Ds, g/kg	866	896	927	915	922	894
As, g/kg	37	56	54	51	76	32
Ruw eiwit, g/kg	146	293	415	238	436	274
Ruw vet, g/kg	26	120	97	129	169	59
Ruwe celstof, g/kg	27	101	60	239	46	147
Zetmeel, g/kg	466	3	6	3	10	3
Suikers, g/kg	42	96	123	62	50	59
Niet-zetmeel koolhydraten, g/kg	151	331	238	434	183	469
Fosfor, g/kg	3,6	9,1	5,4	8,4	10,3	4,0
Darmverteerbaar Lys., g/kg	5,7	15,7	21,9	7,9	10,5	11,2
Darmverteerbaar Met., g/kg	2,1	4,6	4,6	4,3	9,9	1,3
Darmverteerbaar Cys., g/kg	2,4	5,1	4,0	2,6	7,3	3,3
Faecale verteerbaarheid ruw eiwit, %	90,2	80,3	90,5	81,8	94,0	83,8
Faecale verteerbaarheid ruw vet, %	75,1	82,1	85,2	83,5	85,0	65,1
Faecale verteerbaarheid NSP, %	67,0	56,0	85,3	43,9	69,1	74,8
Verteerbaar P, g/kg	1,3	3,0	2,3	1,6	1,5	0,8
NEv, MJ/kg	9,95	9,03	10,47	8,56	11,50	7,95
EW	1,13	1,03	1,19	0,97	1,31	0,90

Summary

Information on digestibility and nutritive value for pigs of biologically-grown feedstuffs is scarce. Therefore, research was carried out by ASG in Lelystad with individually-housed growing pigs to assess the ileal and faecal digestibility and nutritive value of some protein-rich raw materials. Digestibility was assessed between 40 and 80 kg live weight. Both the faecal digestibility of dry matter, organic matter, crude protein, crude fat, non-starch polysaccharides (NSP), energy and phosphorus, and the ileal digestibility of crude protein, amino acids and starch were determined using chromium as a marker. The net energy value of the basal diet was 9.93 MJ/kg. The net energy of the raw materials tested was higher than listed in the CVB table, except for lupins. The concentration of ileally digestible lysine was higher in rapeseed and sesame seed expeller but lower in soybean expeller and lupins compared with values in the Dutch CVB table. The concentrations of methionine en cystine were lower in the tested raw materials when compared with those in the CVB table, except for sesame seed expeller. The concentrations of digestible P were substantially lower in sesame seed expeller and lupins than listed in the CVB table.

The most important results are presented in the following table

	Basal diet	Rape seed expeller	Soybean expeller	Sunflower seed expeller	Sesame seed expeller	Blue lupins
Dry matter, g/kg	866	896	927	915	922	894
Ash, g/kg	37	56	54	51	76	32
Crude protein, g/kg	146	293	415	238	436	274
Crude fat, g/kg	26	120	97	129	169	59
Crude fibre, g/kg	27	101	60	239	46	147
Starch, g/kg	466	3	6	3	10	3
Sugars, g/kg	42	96	123	62	50	59
Non-starch polysaccharides, g/kg	151	331	238	434	183	469
Phosphorus, g/kg	3.6	9.1	5.4	8.4	10.3	4.0
Ileal digestible Lys., g/kg	5.7	15.7	21.9	7.9	10.5	11.2
Ileal digestible Met., g/kg	2.1	4.6	4.6	4.3	9.9	1.3
Ileal digestible Cys., g/kg	2.4	5.1	4.0	2.6	7.3	3.3
Faecal digestibility crude protein, %	90.2	80.3	90.5	81.8	94.0	83.8
Faecal digestibility crude fat, %	75.1	82.1	85.2	83.5	85.0	65.1
Faecal digestibility NSP, %	67.0	56.0	85.3	43.9	69.1	74.8
Digestible P, g/kg	1.3	3.0	2.3	1.6	1.5	0.8
Digestible energy, MJ/kg	14.36	14.29	17.75	13.15	18.02	13.43
Net energy, MJ/kg	9.95	9.03	10.47	8.56	11.50	7.95

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Materiaal en methoden	2
2.1	Dieren en huisvesting	2
2.2	Metingen en perioden	2
2.3	Voeders en voermethoden	3
2.4	Metingen	4
2.4.1	Metingen in de stal	4
2.4.2	Voer	5
2.4.3	Faeces	6
2.4.4	Chymus	6
2.4.5	Berekeningen	6
3	Resultaten en discussie	7
3.1	Algemeen verloop van de proef	7
3.2	Samenstelling van de grondstoffen en complete voeders	7
3.3	Verteerbaarheid en voederwaarde van de voeders	11
4	Conclusies	14
	Bijlage 1 Overzicht van de gebruikte analysemethoden	16
	Bijlage 2 Faecale verteerbaarheid van de complete voeders (%)	17
	Bijlage 3 Ileale verteerbaarheid van de complete voeders (%)	18
	Bijlage 4 Meetgegevens bij het pelletteren van het voer (°C)	19

1 Inleiding

Bij de optimalisatie van biologische voeders wordt er vanuit gegaan dat biologische grondstoffen dezelfde samenstelling en verteringscoëfficiënten hebben als de overeenkomstige gangbare grondstoffen. Dit wordt gedaan omdat er nauwelijks verteringsonderzoek is uitgevoerd met biologisch geteelde mengvoedergrondstoffen en omdat er geen vergelijkend onderzoek is gedaan tussen biologisch geteelde en gangbaar geteelde mengvoedergrondstoffen. De berekende energiewaarde (EW), darmverteerbare aminozuren en overige gehalten in de biologische voeders kunnen daardoor afwijken van de werkelijke EW en verteerheden in de voeders. Het is echter niet duidelijk hoe groot deze afwijkingen zijn. Daarnaast worden in de biologische veehouderij grondstoffen gebruikt die in de gangbare veehouderij niet of nauwelijks gebruikt worden. Van deze grondstoffen is weinig tot niets bekend. Vaak wordt voor de waardering van deze grondstoffen gebruik gemaakt van grondstoffen die erop lijken. Hierdoor is het niet goed mogelijk om een uitgebalanceerd rantsoen met (juist) voldoende nutriënten aan vleesvarkens te verstrekken. Het verstrekken van een rantsoen met nutritionele tekorten leidt tot een slechtere groei en voederconversie van de varkens, met als mogelijk gevolg een verslechtering van de slachtkwaliteit. De mengvoederindustrie heeft aangegeven veel behoefte te hebben aan verteringsonderzoek met biologisch geteelde mengvoedergrondstoffen zodat de biologische voeders goed en nauwkeurig geoptimaliseerd kunnen worden. In dit verslag geven we de resultaten van een serie verteringsproeven weergegeven met eiwitrijke biologisch geteelde grondstoffen waarin zowel de ileale verteerbaarheid van stikstof (N) en aminozuren en zetmeel als de faecale verteerbaarheid van de Weende analyse componenten, energie, fosfor en magnesium zijn onderzocht.

2 Materiaal en methoden

2.1 Dieren en huisvesting

Tien beren van het kruisingstype ((GY x PI) x (GY x PI)) uit vier verschillende tomen, werden bij een gewicht van 30 kg aangevoerd van het varkensproefbedrijf aan de Runderweg en gehuisvest in de Stofwisseling & Klimaateenheid. De dieren werden individueel gehuisvest in welzijnshokken (1,20 x 1,35 m per hok), waarin de dieren zich vrij kunnen bewegen. Kort na aanvoer werden de dieren onder verdoving gecastreerd en van een SICV-canule voorzien (steered ileal-caecal valve canule; Mroz et al., 1996). De omgevingstemperatuur werd ingesteld op 18 – 24 °C en werd bereikt door een thermostatisch gecontroleerd ventilatiesysteem. De proefruimte werd overdag verlicht met TL-lampen (5.00 - 19.00 uur) en 's nachts werd het licht gedimd (19.00 - 5.00 uur). Dagelijks werden de SICV-canules gecontroleerd en schoongemaakt.

2.2 Metingen en perioden

De proef werd uitgevoerd in de periode van 3-4-2006 tot 23-6-2006. In tabel 1 is een schema gegeven van de metingen die in deze proef werden uitgevoerd. Voor het meten van de ileale en faecale verteerbaarheid van de proefvoerders, werden per periode acht varkens (vier varkens per drie voersoorten) ingezet terwijl er twee als reserve dienden. Na aankomst kregen de varkens een beperkte hoeveelheid startvoer. De voergift werd geleidelijk verhoogd.

Elke periode bestond uit drie fasen, een overgangperiode, een voorperiode en een hoofdperiode (tabel 1). De overgangperiodes duurde één tot drie dagen, de voorperiode duurde 14 dagen voor de eerste hoofdperiode en zes dagen voor de volgende voorperiodes. De hoofdperiode duurde 6 dagen, waarvan de eerste 3 dagen voor de faecesverzameling en de volgende 3 dagen voor verzameling van de ileale chymus (op dag 4 en dag 6).

Tabel 1 Schema van het onderzoek

Dag	Omschrijving	Dag	Omschrijving
0	Varkens naar proefstal; gewenning aan huisvesting	57	Wegen dieren; selectie voor HP2 faeces
7-9	Operaties	61	Start HP2 faeces
8-16	Herstel operatie	64	Eind HP2 faeces
26	Gewenning aan eerste proefvoer	64	Start HP2 chymus1 (12 uur)
29	Start voorperiode 1; wegen dieren	66	HP2 chymus2 (12 uur)
36	Wegen dieren	67	Eind HP2
43	Wegen dieren; selectie voor HP1 faeces	67	Gewenning aan derde proefvoer
46	Start HP1 faeces	68	Start voorperiode 3
49	Eind HP1 faeces	71	Wegen dieren; selectie voor HP3 faeces
49	Start HP1 chymus1 (12 uur)	74	Start HP3 faeces
51	HP1 chymus2 (12 uur)	77	Eind HP3 faeces
52	Eind HP1	77	Start HP3 chymus1 (12 uur)
52	Gewenning aan tweede proefvoer	80	HP3 chymus2 (12 uur)
53	Start voorperiode 2	81	Wegen dieren; eind HP3; einde proef

HP = hoofdperiode; chymus1 = 1^{ste} periode bemonstering chymus

In dit onderzoek werden naast het basisvoer nog vijf grondstoffen onderzocht op de verteerbaarheid. De verdeling van de voeders over vleesvarkens en perioden is weergegeven in tabel 2.

Tabel 2 Verdeling van de voeders over de varkens en perioden

Varken Periode	1	2	3	4	5	6	7	8	9 (reserve)	10 (reserve)
1	Voer 1	Voer 2	Voer 3	Voer 3	Voer 4	Voer 5	Voer 6	Voer 4	Voer 2	Voer 6
2	Voer 2	Voer 3	Voer 1	Voer 1	Voer 5	Voer 6	Voer 4	Voer 6	Voer 1	Voer 6
3	Voer 3	Voer 1	Voer 2	Voer 2	Voer 6	Voer 4	Voer 5	Voer 5	Voer 2	Voer 5

2.3 Voeders en voermethoden

Het basisvoer was samengesteld uit enkele biologisch geteelde grondstoffen en dit werd zodanig samengesteld dat aan de voorwaarden van het CVB-protocol voldaan werd (CVB, 2005b). De te onderzoeken grondstoffen zijn gekozen op basis van overleg binnen NEVEDI en waren sojaschilfers, zonnepitschilfers, sesamschilfers, raapzaadschilfers en blauwe lupinen. Al deze grondstoffen waren biologisch geteeld. Rekeninghoudend met het CVB-protocol en op basis van ervaring werd tussen de 250 tot 300 g/kg van de grondstof in het voer opgenomen. Omdat van deze voeders tevens de fosforverteerbaarheid werd bepaald werd er geen voederfosfaat aan de voeders toegevoegd. Krijt werd toegevoegd om het calciumgehalte of op minimaal 4,0 g/kg te brengen of om een calcium : verteerbaar P verhouding van 2,8 : 1 te realiseren.

De samenstelling van het proefvoerders staat in tabel 3 weergegeven en de berekende chemische samenstelling in tabel 4. Alle afzonderlijke grondstoffen waren afkomstig van één partij. De voeders werden gemaakt in de proefvoederfabriek van Research Diet Services BV te Wijk bij Duurstede. Volgens de opgegeven receptuur werden de grondstoffen gemengd en vervolgens met stoom gepelleteerd met een matrijs met een doorsnede van 4 mm.

Tabel 3 Samenstelling van de proefvoerders

Grondstof	Basisvoer	Raapzaad-schilfers	Sojaschilfers	Zonnebloem-zaadschilfers, ged. ontdopt	Sesam-schilfers	Blauwe Lupinen
Tarwe (fytase-geïnactiveerd)	Voer 1 899,2	Voer 2 674,3	Voer 3 629,4	Voer 4 625,6	Voer 5 636,6	Voer 6 629,4
Maisglutenmeel	50,0	37,5	35,0	34,8	35,3	35,0
Raapzaadschilfers	-	250,0	-	-	-	-
Sojaschilfers	-	-	300,0	-	-	-
Zonnebloemzaadschilfers	-	-	-	300,0	-	-
Sesamzaadschilfers	-	-	-	-	300,0	-
Lupinen	-	-	-	-	-	300,0
Melasse	30,0	22,5	21,0	20,9	21,2	21,0
Krijt	9,3	8,5	8,9	10,0	-	8,9
Landbouwzout	2,8	2,8	2,7	2,8	1,6	2,6
Groei-premix 2 g/kg ¹	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Cr ₂ O ₃ -maiszetmeel (1:3)	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
L-lysine HCl	4,8	1,4	-	2,9	2,3	0,1
L-threonine	0,7	-	-	-	-	-
L-tryptofaan	0,2	-	-	-	-	-

¹ De mix mineralen/vitaminen leverde per kg voer: Ca 1,33 g; Cu 15 mg; Mn 30 mg; Zn 60 mg; Fe 100 mg; Se 0,3 mg; I 1 mg; Co 0,15 mg; choline chloride 100 mg; Vit. A 8.000 IE; Vit. D3 2.000 IE; Vit. E 40 IE; Vit. K3 1,5 mg; Vit. B1 1,0 mg; Vit. B2 4,0 mg; Vit. B12 20 µg; Vit. B6 1,0 mg; Foliumzuur 0,2 mg; Pantotheenzuur 12 mg; Niacine 20 mg; Biotine 0,1 mg; Betaine 300 mg; Betafin BT (betaine) 300 mg.

Tabel 4 Berekende chemische samenstelling van de proefvoerders (g/kg)

Proefvoer	Basisvoer	Raapzaad-schilfers	Sojaschilfers	Zonnebloem-zaadschilfers, ged. ontdopt	Sesam-schilfers	Blauwe Lupinen
Nutriënt						
Droge stof	868	875	875	884	890	871
Ruw as	31	42	42	42	54	36
Ruw eiwit	137	185	219	181	231	200
Ruw vet	21	37	42	44	49	32
Ruwe celstof	22	44	34	90	34	57
NSP	139	180	168	216	162	204
Zetmeel	510	388	370	357	362	364
Suikers	37	49	51	40	34	41
Ca	4.0	5.2	4.6	4.9	5.6	4.4
Totaal P	3.0	5.0	4.1	4.4	4.9	3.3
vP	0.8	1.3	1.3	0.9	1.4	1.1
NEv (MJ/kg)	9.59	10.10	9.61	9.05	9.66	9.18
Dv Lys	6.2	6.2	8.6	6.2	6.2	6.2
Dv Met+Cys	4.3	6.0	6.1	5.7	8.2	5.0
Dv Thr	3.6	4.7	6.1	4.4	5.5	5.1
Dv Tryp	1.2	1.5	2.1	1.5	2.2	1.4

Tijdens de laatste 3 dagen van de voorperiode en gedurende de hoofdperiode werd het voer nauwkeurig per voerbeurt afgewogen (± 1 gram) en werden de eventuele voerresten verzameld, gewogen en gedroogd. Vlak voordat het voer voor de varkens beschikbaar werd gesteld werd het voer met water gemengd omdat dat voor het bepalen van de P-verteerbaarheid is voorgeschreven.

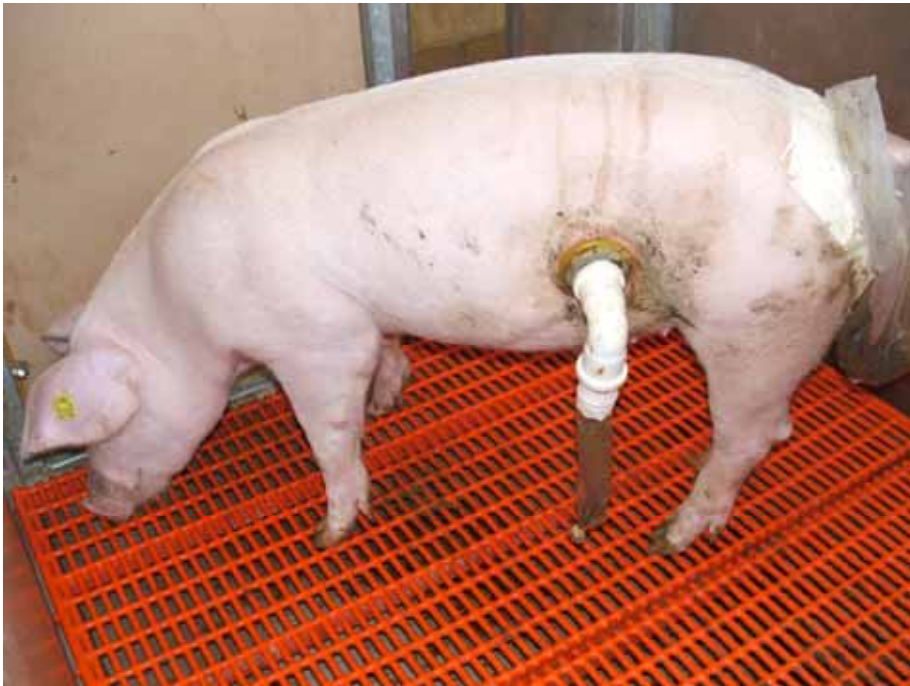
De voeropname in de overgang- en het eerste deel van de voorperiode was gebaseerd op 2,4 maal onderhoud. Tijdens de testperioden werden de dieren beperkt gevoerd op een niveau van 2,6 maal de onderhoudsbehoefte voor energie (293 kJ NEv/kg^{0.75}/ dag). De dieren werden tot twee dagen voor de hoofdperiode tweemaal per dag worden gevoerd om 7:30 uur en 15:30 uur. Vanaf twee dagen voorafgaande aan en tijdens de hoofdperiode werd echter om 6:30 uur en 18:30 uur gevoerd in verband met de chymusverzameling. De voerhoeveelheden werden vastgesteld op basis van het lichaamsgewicht en de (verwachte) groei per dier. Deze groei was voor hoofdperiode 1, 2 en 3 ingeschat op resp. 800, 600 en 600 g per dag.

Het drinkwater werd beperkt via de trog verstrekt. De water/voer verhouding was 2,5 liter per kg voer.

2.4 Metingen

2.4.1 Metingen in de stal

Tweemaal per dag werd controle uitgevoerd op de varkens, verlichting, waternippel, voeropname en staltemperatuur. Tijdens de overgangsperiode en op het eind van de proef werden de varkens gewogen. Tijdens de hoofdperiode werd de hoeveelheid geproduceerde faeces per dier per dag zoveel mogelijk kwantitatief verzameld met behulp van een opvangsysteem dat bestond uit een ring van klittenband waaraan plastic opvangzakjes waren bevestigd. Minimaal drie dagen voor de start van de hoofdperiode werden de ringen van klittenband rond de anus van de varkens aangebracht. Op de eerste dag van de hoofdperiode werd tijdens het verstrekken van het ochtendvoer gestart met het verzamelen van de mest. De plastic zakken werden voorzien van het diernummer op het moment dat de mestzak van het dier werd afgenomen. Het verwisselen van de zakken vond minimaal tweemaal per dag plaats. De mest werd vervolgens direct ingevroren (-18 tot -20 °C) en per dier afzonderlijk bewaard. Aan het eind van de verteringsproef werd de over drie dagen verzamelde mest per dier gewogen.

Figuur 1 Varken voorzien van darmcanule en mestopvangzak

Direct na afloop van de faecesverzamelperiode werd gestart met de verzameling van de ileale chymus gedurende 12 uur. Met een tussenpoos van 2 dagen werd dit herhaald. Gedurende deze chymusverzameling werd de hoeveelheid geproduceerde chymus per dier per dag zoveel mogelijk kwantitatief verzameld met behulp van een opvangsysteem dat bestaat uit een ring van elastiek waaraan plastic zakjes waren bevestigd. De plastic zakken werden voorzien van het diernummer op het moment dat de zak van het dier werd afgenomen. Het verwisselen van de zakken vond minimaal eenmaal per uur plaats. De chymus werd vervolgens direct ingevroren (-18 tot -20 °C) en per dier afzonderlijk bewaard. Aan het eind van de verteringsproef werd de over tweemaal 12 uur verzamelde chymus per dier gewogen.

Tijdens de voor- en hoofdperioden werd van de individuele dieren de voeropname bepaald. In geval van voerresten werden deze teruggewogen en in de vriezer opgeslagen om eventueel later een drogestof analyse uit te voeren.

2.4.2 Voer

De te testen grondstoffen werden overeenkomstig het CVB-protocol (CVB, 2005b) microscopisch op hun zuiverheid beoordeeld om na te gaan of er verontreinigingen aanwezig waren. Dit werd uitgevoerd door ForFarmers. Tevens werden de grondstoffen vooraf chemisch onderzocht op de belangrijkste kenmerken (as, ruw eiwit, ruw vet, ruwe celstof, Ca en P) om na te gaan of ze inderdaad in de aangegeven categorie vielen (bijvoorbeeld niet of gedeeltelijk ontdopte zonnebloemzaadschilfers). Dit chemisch onderzoek werd door Pre-Mervo uitgevoerd. Bij het pelletteren van de voeders werd de pellettemperatuur vlak na het verlaten van de persmatrijs gemeten. Voor het pelletteren werd van de te onderzoeken grondstoffen een monster van ca. één kg genomen. Na het pelletteren werden van elk voeder drie monsters genomen.

In de monsters van de grondstoffen werden in duplo de volgende bepalingen uitgevoerd: drogestof vers, luchtdrogestof, drogestof, as, ruw eiwit (N), aminozuren, ruw vet, ruwe celstof, zetmeel, suikers, bruto energie, calcium en fosfor. In de twee monsters van het complete voer werden in simplo de volgende bepalingen uitgevoerd: drogestof vers, luchtdrogestof, drogestof, as, N, aminozuren, ruw vet, ruwe celstof, zetmeel, suikers, bruto energie, chroom, calcium en fosfor.

2.4.3 *Faeces*

De mestmonsters werden per dier per proefperiode gepoold en gehomogeniseerd. In deze monsters werd het gehalte aan droge stof bepaald en werd een representatief vers submonster genomen voor opslag (voor eventueel latere analyses). Een ander representatief submonster werd gevriesdroogd. In de mestmonsters werden de volgende bepalingen uitgevoerd; drogestof vers, vries drogestof (vers), bruto energie en chroom in simplo, en drogestof, as, N, vet, calcium en fosfor in duplo.

2.4.4 *Chymus*

De chymusmonsters werden per dier per proefperiode gepoold en gehomogeniseerd. In deze monsters werd het gehalte aan droge stof bepaald en werd een representatief vers submonster genomen voor opslag (voor eventueel latere analyses). Een ander representatief submonster werd gevriesdroogd. In de chymusmonsters werd het gehalte aan N en chroom in duplo en de aminozuren en zetmeel in simplo geanalyseerd. De aminozuren (behalve methionine, cystine en tryptofaan) werden bepaald met ion-exchange kolom chromatografie na hydrolyse gedurende 23 uur in HCl (6 mol L⁻¹).

Alle hierboven genoemde analyses zijn door het C&E lab van ASG uitgevoerd. De toegepaste analysemethoden staan vermeld in bijlage 1.

2.4.5 *Berekeningen*

Met behulp van de eerder genoemde resultaten, van chemische analyses van voeders, mest- en chymusmonsters en de gegevens over de uitscheiding van mest en chymus werd per dier, per periode de schijnbare faecale verteerbaarheid van de nutriënten van de zes proefrantsoenen bepaald. De verteerbaarheden van de proefvoeders werden berekend met behulp van Cr als indicator. Vervolgens werden de verteerbaarheden van de grondstoffen berekend volgens het principe van een indirecte verteringsproef. Hierbij worden van de verteerbare componenten uit het totale rantsoen de reeds bekende verteerbare componenten uit het basisvoer afgetrokken om de verteerbaarheid van de grondstoffen te berekenen. De schatting van de netto energie van de voeders werd conform de Veevoedertabel uitgerekend (CVB, 2005a). De correctiefactor voor de suikers (CF_DC) is ook ontleend aan de Veevoedertabel, terwijl het quotiënt van enzymatisch suiker ten opzichte van totaal suiker voor de diverse grondstoffen ook gebaseerd is op dat in de Veevoedertabel.

3 Resultaten en discussie

3.1 Algemeen verloop van de proef

De operaties zijn prima verlopen en de varkens herstelden goed. Het gemiddelde gewicht van de varkens tijdens de operaties was 35 kg. Na een aanlooperperiode is de proef in drie perioden van ca. 20 dagen uitgevoerd en is die goed verlopen. In het laatste deel van de voorperiode en tijdens de hoofdperiode bleek 2,8 maal onderhoud niet haalbaar, zodat 2,6 maal onderhoud werd aangehouden. Wel was er zo nu en dan wat lekkage van chymus, zodat het nodig was om ook de reserve varkens te gebruiken. Het gemiddelde gewicht van de varkens tijdens hoofdperiode 1, 2 en 3 was resp. 55, 63 en 70 kg. Het gemiddelde eindgewicht van de varkens was 73 kg.

3.2 Samenstelling van de grondstoffen en complete voeders

Microscopisch onderzoek van de grondstoffen toonde aan dat in tarwe, raapzaadschilfers, voerbonen en zonnebloemzaadschilfers geen of vrijwel geen verontreinigingen werden aangetroffen, terwijl voor sesamschilfers, sojaschilfers, lupinen er tot vier procent verontreinigingen werden aangetroffen (tabel 5). Verontreinigingen komen vaak voor en worden geaccepteerd.

Tabel 5 Resultaten van het microscopisch onderzoek van de grondstoffen

Tarwe	Geen onzuiverheden
Raapzaadschilfers	Geen onzuiverheden
Sojaschilfers	Ca. 2-4% grondnotenmeel
Zonnebloemzaadschilfers	Ca. 0,5% maïsmeel
Sesamzaadschilfers	Ca. 1-2% granen, 1-2% diverse grondstoffen zoals zonnebloemmeel, lucernemeel, maïsglutenmeel en raapzaadmeel
Lupinen	Ca. 4% onkruidzaden

Het gehalte aan anti-trypsine (TIA) in de sojaschilfers was 5,6 mg geremde trypsine/g product. Dit is lager dan de gestelde normen.

De analyses van de grondstoffen genomen bij binnenkomst op het mengvoerbedrijf, staan in tabel 6.

Tabel 6 Analyses van de grondstoffen bij binnenkomst op het mengvoerbedrijf

	Ds	Re	Rvet	Rc	As	Ca	P
Tarwe	847	107	15	24	17	0.4	3.6
Raapzaadschilfers	892	303	108	128	55	5.3	9.6
Sojaschilfers	934	426	87	65	58	2.2	5.5
Zonnebloemz. schilfers	907	246	124	252	50	3.3	9.2
Sesamzaadschilfers	916	439	170	45	82	14.2	10.8
Lupinen	833	273	49	126	31	2.3	3.9

Op basis van de resultaten in tabellen 5 en 6 is besloten om deze grondstoffen in het verteringsonderzoek op te nemen. De temperatuur voor en na het pelletteren was gemiddeld 57 resp. 75 °C; details staan weergegeven in bijlage 4.

Tabel 7 geeft een overzicht van de geanalyseerde chemische samenstelling van de grondstoffen na uitgebreide analyse.

Tabel 7 Geanalyseerde samenstelling van de onderzochte grondstoffen (g/kg)

	Raapzaad- schilfers	Sojaschilfers	Zonnebloem- zaadschilfers, gedeeltelijk ontdopt	Sesamzaad- schilfers	Blauwe Lupinen
Drogestof	895,6	927,3	914,8	921,6	893,6
As	56,4	53,8	50,7	75,6	31,7
Ruw eiwit	293,2	415,1	238,4	435,8	274,2
Ruw vet	119,6	96,8	129,0	168,8	59,4
Ruwe celstof	100,9	60,1	239,1	46,3	146,8
Overige koolhydraten	325,5	301,4	257,6	195,1	381,5
Zetmeel	3,0	5,7	3,2	10,4	3,0
Suiker	96,2	122,7	62,2	50,0	58,9
Niet-zetmeel koolhydraten (NSP)	331,0	238,1	433,8	183,0	469,3
Bruto energie (MJ/kg)	19,34	19,74	20,02	20,61	17,58
Calcium	5,8	2,3	3,2	13,6	3,0
Magnesium	4,7	2,4	4,6	5,4	1,8
Fosfor	9,1	5,4	8,4	10,3	4,0
Natrium	¹	¹	¹	¹	¹
Kalium	11,5	20,0	12,5	9,2	9,6
Chloor					
Koper, mg/kg	9	10	9	10	9
Zink, mg/kg	50	52	851	52	51
IJzer, mg/kg	95	98	97	97	95

¹ nd = niet detecteerbaar, beneden de detectielimiet voor Na = 0,0075 g/kg

Ten opzichte van de Veevoedertabel (2005a) heeft de partij raapzaadschilfers een lager asgehalte (56 vs. 70 g/kg), een iets lager eiwitgehalte (293 vs. 324 g/kg), maar een duidelijk hoger vetgehalte (119 vs. 75 g/kg). De partij sojaschilfers had ten opzichte van de Veevoedertabel (gecorrigeerd voor het ds-gehalte) een iets lager asgehalte (52 vs. 64 g/kg), een lager eiwitgehalte (398 vs. 435 g/kg) en een hoger suikergehalte (117 vs. 82 g/kg). De partij zonnebloemzaadschilfers had een lager asgehalte (51 vs. 62 g/kg), een veel lager eiwitgehalte (240 vs. 286 g/kg) maar een hoger vetgehalte (130 vs. 107 g/kg) dan in de Veevoedertabel. Ook de partij sesamzaadschilfers had een veel lager asgehalte (78 vs. 126 g/kg) en een veel hoger vetgehalte (173 vs. 116 g/kg) dan in de Veevoedertabel (2005a). Tenslotte had de partij lupinen een lager eiwitgehalte (280 vs. 314 g/kg) dan in de Veevoedertabel (2005a) is aangegeven. De vergelijking van de gehalten in de grondstoffen met die in de Veevoedertabel is in tabel 8 weergegeven.

Tabel 8 Vergelijking van de gehalten in de grondstoffen met die in de Veevoedertabel (2005a) gecorrigeerd naar het ds-gehalte in de Veevoedertabel

Grondstof	As	Eiwit	Vet	RC	OK	NSP
Raapzaadschilfers	- 14	- 31	+ 44	- 15	+ 26	+ 22
Sojaschilfers	- 12	- 37	+ 12	- 6	+ 52	+ 5
Zonnebloemzaadschilfers	- 11	- 46	+ 23	- 13	+ 40	+ 12
Sesamzaadschilfers	- 48	- 2	+ 57	- 13	- 4	- 44
Lupinen	+ 5	- 34	0	- 3	+ 31	+ 21

De analyses in de complete proefvoeders staan in tabel 9.

Tabel 9 Geanalyseerde samenstelling van de complete voeders (g/kg)

	Basisvoer	Raapzaad-schilfers	Sojaschilfers	Zonnebloem-zaadschilfers, gedeeltelijk ontdopt	Sesamzaad-schilfers	Blauwe Lupinen
Drogestof	866,5	864,2	884,6	873,8	872,7	867,4
As	36,7	42,2	44,4	43,5	40,6	37,4
Ruw eiwit	146,5	180,3	223,6	174,5	229,8	183,3
Ruw vet	26,1	46,7	49,7	48,8	60,3	35,3
Ruwe celstof	27,2	49,4	36,8	93,4	33,0	63,8
Overige koolhydraten	630,0	545,6	530,1	513,7	508,9	547,6
Zetmeel	466,0	348,0	336,1	318,8	339,9	324,6
Suiker	41,8	52,4	63,8	41,5	39,9	45,9
Niet-zetmeel koolhydraten (NSP)	150,8	196,4	169,2	248,2	163,5	242,5
Bruto energie, MJ/kg	15,95	16,55	17,05	17,00	17,19	16,23
Calcium	6,0	5,0	4,3	5,0	4,4	4,5
Magnesium	1,5	2,5	2,0	2,7	2,9	1,8
Fosfor	3,6	5,0	4,2	5,1	5,7	3,7
Natrium	2,4	1,3	1,3	1,3	0,9	1,2
Kalium	5,3	11,3	13,9	11,6	10,7	10,7
Koper, mg/kg	28	-	-	-	-	-
Zink, mg/kg	110	-	-	-	-	-
IJzer, mg/kg	167	-	-	-	-	-

In tabel 10 staat de geanalyseerde aminozuursamenstelling van de onderzochte grondstoffen weergegeven.

Tabel 10 Geanalyseerde aminozuursamenstelling van de grondstoffen (g/kg)

	Raapzaad-schilfers	Sojaschilfers	Zonnebloemzaad-schilfers, ged. ontdopt	Sesamzaad-schilfers	Blauwe Lupinen
Drogestof	895,6	927,3	914,8	921,6	893,6
Ruw eiwit	293,2	415,1	238,4	435,8	274,2
Lysine	19,7	26,3	10,3	12,6	14,5
Methionine	5,5	5,6	5,3	10,7	2,1
Cystine	7,0	6,1	4,3	8,5	4,2
Methionine + Cystine	12,5	11,7	9,6	19,3	6,3
Threonine	14,0	17,0	9,4	15,6	10,0
Tryptofaan	3,9	5,5	3,8	6,3	2,7
Isoleucine	12,2	19,5	10,0	16,6	11,6
Arginine	18,7	30,1	19,9	53,8	28,8
Phenylalanine	10,8	21,3	11,2	19,6	12,7
Histidine	8,1	11,7	5,9	10,4	7,3
Leucine	21,3	32,4	15,5	29,6	19,5
Tyrosine	10,1	16,2	6,8	16,9	10,2
Valine	16,1	20,8	12,4	20,9	11,5
Phenylalanine + Tyrosine	20,9	37,5	18,1	36,5	22,9
Alanine	13,5	18,4	10,4	20,0	10,0
Asparaginezuur	24,2	49,4	24,5	39,4	29,7
Glutaminezuur	48,8	70,9	44,6	77,6	55,1
Glycine	16,0	18,4	14,9	22,0	12,2
Proline	20,6	23,2	11,0	16,7	12,4
Serine	13,4	21,5	10,6	20,0	14,0
Som aminozuren	283,9	414,0	230,8	417,3	268,5

In tabel 11 is een vergelijking gegeven van de aminozuurgehalten in de grondstoffen (g/16 g N) met die in de Veevoedertabel (2005a).

Tabel 11 Vergelijking van de aminozuurgehalten in de grondstoffen (g/16 g N) met die in de Veevoedertabel (2005a)

Grondstof	Lysine	Methionine	Cysteine	Tryptofaan	Threonine	Isoleucine
Raapzaadschilfers	+ 1,2	- 0,1	- 0,1	0	+ 0,4	+ 0,3
Sojaschilfers	+ 0,1	- 0,1	0	0	+ 0,2	+ 0,1
Zonnebloemzaadschilfers	+ 0,8	0	+ 0,1	+ 0,4	+ 0,2	+ 0,1
Sesamzaadschilfers	+ 0,4	- 0,2	+ 0,1	+ 0,1	+ 0,2	+ 0,2
Lupinen	+ 0,5	+ 0,1	0	+ 0,2	+ 0,1	+ 0,1

Uit de vergelijking van de geanalyseerde aminozuurgehalten met die in de Veevoedertabel blijkt dat deze voor de meeste grondstoffen meestal hoger waren. Het lysinegehalte in raapzaadschilfers, zonnebloemzaadschilfers en lupinen was duidelijk hoger (> 10%) dan in de Veevoedertabel; het threoninegehalte was in alle grondstoffen hoger. Het methioninegehalte was in sesamzaadschilfers duidelijk lager dan in de Veevoedertabel.

Tabel 12 Aminozuursamenstelling van de complete voeders (g/kg)

	Basisvoer	Raapzaad- schilfers	Sojaschilfers	Zonnezaad- schilfers, gedeeltelijk ontdopt	Sesamzaad- schilfers	Blauwe Lupinen
Drogestof	866,5	864,2	884,6	873,8	872,7	867,4
Ruw eiwit	146,5	180,3	223,7	174,1	229,6	183,4
Lysine	6,8	8,3	10,0	7,5	7,7	6,5
Methionine	2,4	3,2	3,4	3,2	4,9	2,3
Cystine	2,8	3,8	3,8	3,2	4,5	3,2
Methionine + Cystine	5,2	7,0	7,1	6,4	9,4	5,5
Threonine	4,3	6,2	7,7	5,3	7,2	5,5
Tryptofaan	1,5	1,9	2,6	2,0	2,8	1,7
Isoleucine	4,7	6,5	9,1	6,2	8,3	6,7
Arginine	6,4	9,4	13,5	10,4	20,6	13,1
Phenylalanine	6,5	7,5	11,0	7,9	10,4	8,3
Histidine	3,9	4,9	6,3	4,5	5,9	4,9
Leucine	12,8	14,8	18,7	13,4	17,8	14,7
Tyrosine	5,3	6,4	8,5	5,7	8,8	6,7
Valine	6,4	8,8	10,7	8,1	10,8	7,9
Phenylalanine + Tyrosine	11,8	14,0	19,5	13,5	19,2	15,1
Alanine	6,4	8,1	10,0	7,6	10,5	7,5
Asparaginezuur	7,1	11,3	19,8	12,2	16,8	13,8
Glutaminezuur	36,1	38,9	46,6	38,2	48,5	41,5
Glycine	5,2	7,8	9,1	8,0	10,2	7,2
Proline	12,2	14,2	15,5	11,7	13,5	12,1
Serine	6,4	8,1	10,9	7,6	10,5	8,6

3.3 Verteerbaarheid en voederwaarde van de voeders

In tabel 13 staat de faecale verteerbaarheid van de grondstoffen, terwijl die van de complete voeders in bijlage 2 staan vermeld.

Tabel 13 Faecale verteerbaarheid van het basisvoer en de onderzochte grondstoffen

	Basisvoer	Raapzaad- schilfers	Sojaschilfers	Zonnebloemzaad- schilfers, gedeeltelijk ontdopt	Sesamzaad- schilfers	Blauwe Lupinen
Drogestof	89,9	72,2	90,2	62,3	83,9	79,1
Organische stof	91,5	74,5	91,5	64,3	88,7	80,0
As	54,4	37,2	70,4	25,5	31,6	56,6
Ruw eiwit	90,2	80,3	90,5	81,8	94,0	83,8
Ruw vet	75,1	82,1	85,2	83,59	85,0	65,1
Niet-zetmeel koolhydraten (NSP)	67,0	56,0	85,3	43,9	69,1	74,8
Bruto energie; MJ/kg	90,1	73,9	89,9	65,7	87,4	76,4
Magnesium	34,0	42,9	55,3	40,4	26,8	53,3
Fosfor	35,2	32,6	42,9	18,4	14,4	19,1

In tabel 14 is een vergelijking gemaakt met de verteerbaarheden zoals die in de Veevoedertabel (2005a) vermeld staan.

Tabel 14 Vergelijking van de faecale verteerbaarheden in de grondstoffen met die in de Veevoedertabel (2005a; % eenheden; OS=organische stof)

Grondstof	OS	Eiwit	Vet	NSP	P
Raapzaadschilfers	+ 1	+ 5	+ 8	+ 17	+ 6
Sojaschilfers	+ 1	- 1	+ 3	- 10	+ 4
Zonnebloemzaadschilfers	+ 1	+ 4	- 5	+ 2	+ 3
Sesamzaadschilfers	+ 8	+ 9	- 3	+ 5	- 16
Lupinen	- 5	+ 1	- 1	- 12	- 31

Uit tabel 14 blijkt dat de verteerbaarheid van de organische stof weinig verschilt met die van de Veevoedertabel, behalve voor sesamzaadschilfers die in de onderzochte partij duidelijk hoger is terwijl die van de lupinen duidelijk lager is. In het algemeen is de verteerbaarheid van het ruw eiwit in de grondstoffen iets hoger dan in de Veevoedertabel. Voor de verteerbaarheid van vet zijn die zowel hoger (raapzaadschilfers, sesamzaadschilfers) als lager (zonnebloemzaadschilfers en sesamzaadschilfers). Vergeleken met de Veevoedertabel (2005a) is de verteerbaarheid van de NSP is duidelijk hoger voor raapzaadschilfers maar is die lager voor sojaschilfers en lupinen. De P-verteerbaarheid in sesamzaadschilfers en lupinen is veel lager dan vermeld in de Veevoedertabel (2005a).

In tabel 15 zijn de resultaten van de ileale verteerbaarheid van N, aminozuren en zetmeel gegeven, terwijl die van de complete voeders in bijlage 3 zijn vermeld.

Tabel 15 Ileale verteerbaarheid van de grondstoffen (%)

	Basisvoer	Raapzaad- schilfers	Sojaschilfers	Zonnepit schilfers, gedeeltelijk ontdopt	Sesam- schilfers	Blauwe Lupinen
Drogestof	79,6	52,6	62,2	44,6	65,4	57,3
Organische stof	81,6	55,0	64,4	47,7	71,2	58,1
Ruw eiwit	81,7	70,6	79,5	71,8	86,3	79,3
Zetmeel	99,5					
Lysine	83,2	79,6	83,2	77,0	83,1	77,3
Methionine	87,2	83,4	82,5	81,4	92,1	61,6
Cystine	85,4	72,7	65,7	59,4	85,8	79,3
Methionine + Cystine	86,2	77,5	73,7	71,6	89,4	73,6
Threonine	72,9	68,6	76,7	71,6	83,6	76,7
Tryptofaan	75,8	67,1	78,5	79,4	86,7	77,7
Isoleucine	82,7	74,5	83,4	75,5	88,5	80,7
Arginine	84,0	85,7	90,7	87,4	95,1	92,4
Phenylalanine	86,6	72,8	84,5	74,1	89,5	82,4
Histidine	87,6	85,2	86,8	78,3	90,9	83,5
Leucine	89,1	79,1	83,6	76,5	89,3	81,4
Tyrosine	85,5	74,4	84,0	79,3	91,2	82,7
Valine	81,1	72,9	79,8	73,7	87,5	77,6
Phenylalanine + Tyrosine	86,1	73,7	84,3	76,2	90,3	82,6
Alanine	80,4	76,6	79,7	71,9	86,3	68,4
Asparaginezuur	67,9	69,9	79,1	72,6	87,6	80,8
Glutaminezuur	92,4	83,6	81,9	81,9	90,7	86,7
Glycine	72,8	75,2	74,9	65,7	85,2	79,8
Proline	87,2	71,9	81,0	81,4	91,2	90,9
Serine	82,9	72,2	81,3	71,9	88,6	84,1
Som aminozuren	85,2	76,8	81,8	76,6	89,4	83,0

Tabel 16 Vergelijking van de ileale verteerbaarheden van N en enkele aminozuren in de grondstoffen met die in de Veevoedertabel (2005a)

Grondstof	Eiwit	Lysine	Methionine	Cystine	Tryptofaan	Threonine
Raapzaadschilfers	+ 2	+ 8	+ 3	+ 5	+ 1	+ 2
Sojaschilfers	- 4	- 4	- 6	- 15	- 7	- 5
Zonnebloemzaadschilfers	- 5	+ 1	- 5	- 14	0	- 3
Sesamzaadschilfers	+ 5	+ 4	+ 9	+ 4	+ 5	+ 9
Lupinen	- 5	- 2	- 16	- 4	- 4	- 4

Uit tabel 16 blijkt dat de ileale verteerbaarheid van N en enkele aminozuren in raapzaadschilfers en sesamzaadschilfers gemiddeld duidelijk hoger zijn dan weergegeven in de Veevoedertabel (2005a). Die van sojaschilfers en van lupinen zijn duidelijk lager dan vermeld in de Veevoedertabel, terwijl die van zonnebloemzaadschilfers meestal lager waren.

Tabel 17 geeft een overzicht van de gemiddelde voederwaarde van het basisvoer en de onderzochte grondstoffen voor vleesvarkens. De hoeveelheid netto energie (NE) in blauwe lupinen was het laagst met 7,95 MJ/kg en dat van de sesamzaadschilfers was het hoogst met 11,50 MJ/kg.

Tabel 17 Voederwaarde van het basisvoer en de grondstoffen

Nutriënt	Basisvoer	Raapzaad- schilfers	Soja- schilfers	Zonnepit- schilfers, gedeeltelij k ontdopt	Sesam- schilfers	Blauwe Lupinen
Droge stof (g/kg)	866,5	895,6	927,3	914,8	921,6	893,6
Verteerbare energie (MJ/kg)	14,36	14,29	17,75	13,15	18,02	13,43
Netto energie (MJ/kg)	9,95	9,03	10,47	8,56	11,50	7,95
EW	1,13	1,03	1,19	0,97	1,31	0,90
Darmverteerbaar eiwit (g/kg)	120	207	330	171	376	218
Darmverteerbaar lysine (g/kg)	5,7	15,7	21,9	7,9	10,5	11,2
Darmverteerbaar methionine (g/kg)	2,1	4,6	4,6	4,3	9,9	1,3
Darmverteerbaar cystine (g/kg)	2,4	5,1	4,0	2,6	7,3	3,3
Darmverteerbaar threonine (g/kg)	3,0	9,6	13,0	6,7	13,0	7,7
Darmverteerbaar tryptofaan (g/kg)	1,1	2,6	4,3	3,0	5,5	2,1
Faecaal verteerbaar fosfor (g/kg)	1,3	3,0	2,3	1,6	1,5	0,8

Vergelijking van de EW, darmverteerbaar lysine, darmverteerbaar methionine + cystine en verteerbaar P verkregen bij de diverse grondstoffen en die weergegeven in de Veevoedertabel (2005a) geeft het volgende overzicht (tabel 18).

Tabel 18 Vergelijking van de voederwaarde verkregen bij de diverse grondstoffen en die in de Veevoedertabel (2005a) gecorrigeerd naar het ds-gehalte van de Veevoedertabel

Grondstof	EW		Dv lys (g/kg)		Dv met + cyst (g/kg)		vP (g/kg)	
	Proef	CVB	Proef	CVB	Proef	CVB	Proef	CVB
Raapzaadschilfers	1,03	0,89	15,6	12,9	9,7	10,7	3,0	2,9
Sojaschilfers	1,14	1,09	21,0	23,5	8,3	10,7	2,2	2,5
Zonnebloemzaadschilfers	0,98	0,89	8,0	7,6	6,9	9,0	1,6	1,1
Sesamzaadschilfers	1,34	1,09	10,8	8,9	17,6	17,1	1,5	2,8
Lupinen	0,93	0,99	11,5	13,0	4,7	5,6	0,8	1,4

Uit tabel 18 blijkt dat behalve voor de lupinen, de EW in deze proef duidelijk hoger is dan volgens de Veevoedertabel (2005a). De hoeveelheid darmverteerbaar lysine is hoger in raapzaad- en sesamzaadschilfers in vergelijking met de Veevoedertabel (2005a) maar lager in sojaschilfers en lupinen en vrijwel gelijk in zonnebloemzaadschilfers. De hoeveelheid darmverteerbaar methionine en cystine is behalve voor sesamzaadschilfers, in de overig onderzochte grondstoffen lager dan vermeld in de Veevoedertabel. De hoeveelheid verteerbaar P was vooral in sesamzaadschilfers en lupinen duidelijk lager dan de waarden in de Veevoedertabel.

4 Conclusies

Uit het onderzoek naar de verteerbaarheid en voederwaarde van enkele eiwitrijke biologisch geteelde grondstoffen voor varkens kunnen de volgende conclusies getrokken worden:

- Alle onderzochte grondstoffen hadden een lager eiwitgehalte, een hoger vetgehalte, een iets lager ruwe celstofgehalte en meestal minder as vergeleken met de waarden in de Veevoedertabel;
- Uitgedrukt als het gehalte aan aminozuur per 100 g stikstof, waren de gehalten aan lysine, threonine en isoleucine hoger, terwijl ook het tryptofaangehalte in de meeste gevallen hoger was;
- De faecale verteerbaarheid van eiwit, vet en NSP was in de meeste grondstoffen niet erg afwijkend van de waarden in de Veevoedertabel;
- De faecale verteerbaarheid van P was in de sesamzaadschilfers en lupinen duidelijk lager dan de waarden in de Veevoedertabel;
- De ileale verteerbaarheid van de aminozuren in de partijen raapzaadschilfers en sesamzaadschilfers was veelal hoger dan vermeld in de Veevoedertabel, terwijl die van sojaschilfers en lupinen lager waren;
- De netto energie van de onderzochte partijen was behalve voor de lupinen, duidelijk hoger dan aangegeven door de Veevoedertabel (2005), wat vooral verklaard kan worden door het hogere vetgehalte in de onderzochte grondstoffen;
- De hoeveelheid darmverteerbaar lysine was vergeleken met de Veevoedertabel hoger in raapzaad- en sesamzaadschilfers maar lager in sojaschilfers en lupinen en vrijwel gelijk in zonnebloemzaadschilfers. De hoeveelheid darmverteerbaar methionine en cystine was behalve voor sesamzaadschilfers, in de overig onderzochte grondstoffen lager dan vermeld in de Veevoedertabel.

Literatuur

CVB, 2005a. Veevoedertabel. Gegevens over chemische samenstelling, verteerbaarheid en voederwaarde van voedermiddelen. Centraal Veevoederbureau, Lelystad.

CVB, 2005b. Protocol voor een fecale verteringsproef met groeiende intacte vleesvarkens (maart 2005). Notitie Centraal Veevoederbureau, Lelystad.

Mroz, Z., Bakker, G.C.M., Jongbloed, A.W., Dekker, R.A., Jongbloed, R., Beers, A. van, 1996. Apparent digestibility of nutrients in diets with different energy density, as estimated by direct and marker methods for pigs with or without ileo-cecal cannulas. *J. Anim. Sci.* 74, 403-412.

Oshima, M., Taylor, T.G., Williams, A., 1964. Variations in the concentration of phytic acid in the blood of domestic fowl. *Biochem. J.* 92, 42-46.

Sato, H., Seino, T., Kobayashi, T., Murai, A., Yugari, Y., 1984. Determination of tryptophan content of feed and feedstuffs by ion exchange liquid chromatography. *Agric. Biol. Chem.* 48, 2961-2969.

Schram, E., Moore, S., Bigwood, E.W., 1954. Chromatographic determination of cystine as cystic acid. *Biochem. J.* 57, 35-37.

Williams, C.H., David, D.J., Iismaa, O., 1962. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. *J. Agric. Sci.* 59, 381-385.

Bijlagen

Bijlage 1 Overzicht van de gebruikte analysemethoden

Analyse	Afkorting	Methode
Droge stof	ds	NEN 3332 (1971)
Ruw as	as	NEN 3332 (1971)
N-Kjeldahl		NEN 3145 (1966)
Ruw eiwit	re	N-Kjeldahl * 6,25
Vet HCl	rvet	EG L 15/29-30 Methode A (1984)
Ruwe celstof	rc	EG L 344/35-37 (1992)
Niet-zetmeel koolhydraten ¹	NSP	ds – as – re – rvet – zetmeel – suiker - vetzuren
Calcium	Ca	NEN/ISO 11885 (1998)
Magnesium	Mg	NEN/ISO 11885 (1998)
Fosfor	P	NEN/ISO 11885 (1998)
Fytinezuur		Oshima et al., 1964
Koper	Cu	NEN/ISO 11885 (1998)
Zink	Zn	NEN/ISO 11885 (1998)
IJzer	Fe	NEN/ISO 11885 (1998)
Natrium	Na	NEN/ISO 11885 (1998)
Kalium	K	NEN/ISO 11885 (1998)
Chloor	Cl	Publicatieblad EG, Nr L 155 /22-23 (1971)
Chroom	Cr	Williams et al. (1962)
Bruto energie	BE	ISO/DIS 9831 (1991)
Methionine, cystine		Schram et al., 1954
Tryptofaan		Sato et al. (1984).
Overige aminozuren		HPLC

¹ zie Veevoedertabel (CVB, 2005a)

Bijlage 2 Faecale verteerbaarheid van de complete voeders (%)

	Basisvoer	Raapzaad- schilfers	Sojaschilfers	Zonnepit schilfers, gedeeltelijk ontdopt	Sesam- schilfers	Blauwe Lupinen
Drogestof	89,9±0,45	85,2±0,48	89,9±0,58	81,1±0,67	88,2±0,42	86,4±1,62
Organische stof	91,5±0,34	87,1±0,50	91,4±0,53	83,0±0,67	90,6±0,35	87,8±1,61
As	54,4±3,17	48,8±0,34	60,3±2,42	45,6±2,52	38,6±1,93	55,0±3,16
Ruw eiwit	90,2±1,25	86,2±1,92	90,4±2,10	86,8±2,53	92,4±0,44	87,3±2,13
Ruw vet	75,1±0,64	79,6±1,47	81,0±4,00	81,7±2,49	83,4±1,45	70,0±4,14
Niet-zetmeel koolhydraten (NSP)	67,0±0,75	63,5±1,51	75,8±1,56	55,9±2,27	69,0±1,16	72,4±4,42
Bruto energie	90,1±0,40	85,7±0,61	90,4±0,66	81,8±0,68	89,5±0,36	86,0±1,59
Magnesium	34,0±3,31	38,1±2,17	41,7±3,35	37,3±4,77	30,1±3,38	39,6±7,67
Fosfor	35,2±4,25	34,0±3,70	38,2±7,11	26,8±5,05	23,8±1,98	30,1±3,98

Bijlage 3 Ileale verteerbaarheid van de complete voeders (%)

	Basisvoer	Raapzaad- schilfers	Sojaschilfers	Zonnepit schilfers, gedeeltelijk ontdopt	Sesam- schilfers	Blauwe Lupinen
Drogestof	79,6±1,33	72,3±2,28	73,8±1,37	68,3±2,63	75,0±4,33	72,4±4,54
Organische stof	81,6±1,35	74,8±2,28	76,2±1,40	71,0±2,63	78,4±3,72	74,2±4,18
Ruw eiwit	81,7±0,92	77,3±0,38	80,5±1,38	77,9±1,58	84,5±2,68	80,6±1,73
Zetmeel	99,5±0,04	99,2±0,36	99,2±0,14	99,5±0,12	99,3±0,07	99,2±0,14
Lysine	83,2±1,23	77,2±3,12	78,8±3,74	79,1±2,66	80,6±2,07	72,8±3,71
Methionine	87,2±1,07	85,6±1,37	84,8±1,48	84,4±1,72	90,4±1,76	80,2±2,74
Cystine	85,4±5,42	79,6±0,77	75,8±4,17	75,0±1,79	85,6±2,08	83,0±2,76
Threonine	72,9±1,35	68,3±2,02	73,7±2,19	69,7±3,14	78,4±3,64	72,6±4,13
Tryptofaan	75,8±2,38	69,6±1,16	76,2±2,09	76,2±2,04	82,0±3,63	74,8±3,48
Isoleucine	82,7±0,61	78,8±1,59	83,2±1,97	79,2±1,78	86,2±1,93	81,7±2,06
Arginine	84,0±1,34	84,9±2,39	88,5±2,28	86,0±1,32	92,7±1,66	89,5±1,62
Phenylalanine	86,6±0,49	81,7±2,09	85,4±2,18	81,3±0,45	88,2±2,04	84,7±2,44
Histidine	87,6±1,22	86,6±1,43	87,2±1,83	83,9±1,54	89,4±2,10	85,8±0,29
Leucine	89,1±0,60	85,5±1,23	86,3±1,90	84,8±1,66	89,2±1,69	86,0±1,24
Tyrosine	85,5±0,97	81,2±1,93	84,6±2,33	83,3±2,79	88,8±1,43	84,2±1,40
Valine	81,1±0,64	77,3±1,47	80,4±2,18	77,7±2,25	84,8±2,39	79,6±2,18
Alanine	80,4±0,82	78,8±2,11	80,0±3,28	76,9±2,81	83,8±2,26	75,6±2,51
Asparaginezuur	67,9±1,32	69,0±2,11	76,3±1,09	70,7±3,67	81,8±2,79	76,2±4,45
Glutaminezuur	92,4±0,28	89,7±0,39	87,6±1,38	88,8±1,49	91,6±1,70	90,2±1,59
Glycine	72,8±2,98	74,0±1,42	74,1±3,00	68,8±2,07	80,8±3,71	76,3±3,70
Proline	87,2±5,98	81,6±2,30	84,4±3,27	85,6±4,26	88,7±2,54	88,4±2,15
Serine	82,9±0,83	78,4±1,61	82,0±1,73	78,3±2,01	86,2±2,44	83,5±2,57
Som aminozuren	85,2±0,91	81,5±0,78	83,0±1,77	81,4±2,03	87,5±2,12	83,9±2,19

Bijlage 4 Meetgegevens bij het pelleteren van het voer (°C)

	Meel	Pellet
Basisvoer	57	78
Raapzaadschilfers	57	72
Sojaschilfers	56	76
Zonnebloemzaadschilfers	58	74
Sesamzaadschilfers	57	72
Lupinen	56	75

De temperatuur in de productiehal was 15 °C bij aanvang en 17 °C na afloop van het pelleteren.