

Wageningen UR Livestock Research

Partner in livestock innovations



Rapport 337

Effecten van diermeel in het voer op gezondheid en welzijn van pluimvee en varkens

Februari 2010



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR



Ministerie van Landbouw, Natuur en
Voedselkwaliteit

Colofon

**Dit onderzoek is uitgevoerd in opdracht van het
Ministerie van Landbouw, Natuur en
Voedselkwaliteit**

Uitgever

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 65, 8200 AB Lelystad
Telefoon 0320 - 238238
Fax 0320 - 238050

E-mail info.livestockresearch@wur.nl
Internet <http://www.livestockresearch.wur.nl>

Redactie

Communication Services

Copyright

© Wageningen UR Livestock Research, 2009
Overname van de inhoud is toegestaan,
mits met duidelijke bronvermelding.

Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research (formeel ASG
Veehouderij BV) aanvaardt geen aansprakelijkheid
voor eventuele schade voortvloeiend uit het gebruik
van de resultaten van dit onderzoek of de
toepassing van de adviezen.

Wageningen UR Livestock Research, formeel 'ASG
Veehouderij BV', vormt samen met het Centraal
Veterinair Instituut en het Departement
Dierwetenschappen van Wageningen Universiteit
de Animal Sciences Group van Wageningen UR.

Losse nummers zijn te verkrijgen via de website.



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

Abstract

Productivity of poultry and pigs is similar or slightly improved by dietary inclusion of processed animal protein (PAP). In some studies it was demonstrated that gut health was improved by dietary inclusion of PAP. The risk for feather pecking and cannibalism in layers may be decreased by use of PAP. In all vegetable diets higher supplementation levels of free amino acids, minerals to the diet should be used in order to meet the nutrient requirements of the animals. Inclusion of PAP in compound feeds for poultry and pigs enlarges the matrix of ingredients rich in protein.

Keywords

processed animal protein, poultry, pigs, health, welfare, performance

Referaat

ISSN 1570-8616

Auteur(s)

T. Veldkamp
J.D. van der Klis
A.J.M. Jansman

Titel

Effect van diermeel in het voer op gezondheid
en welzijn van pluimvee en varkens
Rapport 337

Samenvatting

Dierlijk eiwit leidt in vergelijking met plantaardig eiwit bij zowel pluimvee als varkens tot een gelijke of iets betere productiviteit van de dieren. Ook is in enkele studies aangetoond dat de darmgezondheid verbetert wanneer dierlijk eiwit wordt gebruikt. Het risico op pikkerij bij legpluimvee kan verminderen bij toepassing van diermeel. Bij voeders met uitsluitend plantaardige grondstoffen is het belangrijk dat extra vrije aminozuren worden toegevoegd zodat de behoefte van de dieren wordt gedekt. Daarnaast dienen voldoende mineralen te worden toegevoegd en of enzymen die extra mineralen beschikbaar maken voor het dier. Gebruik van diermeel in mengvoeders voor pluimvee en varkens vergroot de beschikbaarheid van eiwitrijke grondstoffen bij het samenstellen van de voeders.

Trefwoorden

dierlijk eiwit, pluimvee, varkens, gezondheid, welzijn, productiviteit



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR



Schothorst Feed Research

Rapport 337

Effecten van diermeel in het voer op gezondheid en welzijn van pluimvee en varkens

Effects of animal protein in diets on health and welfare of poultry and pigs

T. Veldkamp
J.D. van der Klis
A.J.M. Jansman

Februari 2010

Voorwoord

In januari 2001 werd een totaalverbod afgekondigd op het voeren van vleesbeendermeel aan landbouwhuisdieren, omdat het vermoeden bestaat dat Bovine Spongieuze Encephalopathie (BSE) zich verspreid via vleesbeendermeel van besmette dieren. Het beleid van het Ministerie van Landbouw, Natuur en Voedselkwaliteit (LNV) is gericht op het beperken van risico's van BSE voor de mens. Daarom is in het verleden een groot aantal maatregelen genomen met name op het gebruik van diermeel in diervoeders om dit risico te beperken. Momenteel wordt verkend op welke wijze en onder welke voorwaarden een duurzaam hergebruik en optimale benutting van diermeel als veevoergrondstof mogelijk is. De beleidsdirecties Agroketens en Visserij (AKV) en Voedsel, Dier en Consument (VDC) hebben behoefte aan een "quick scan" naar de beschikbare kennis over de relatie tussen het gebruik van varkens- en pluimveediermeel in het pluimvee- en varkensvoeder en diergezondheid en dierwelzijn. Allereerst is beschikbare kennis in de literatuur geïnventariseerd en daarnaast zijn kort enkele praktijkervaringen weergegeven over het gebruik van diervoeders zonder diermeel en de effecten daarvan op diergezondheid en –welzijn bij pluimvee en varkens. Het rapport dat voor u ligt, kan worden gebruikt bij de beleidsvorming omtrent herintroductie van diermeel in de dierlijke sectoren pluimvee en varkens.

De quick scan is uitgevoerd in een samenwerkingsverband tussen Wageningen UR Livestock Research en Schothorst Feed Research B.V.

Teun Veldkamp
projectleider

Samenvatting

In januari 2001 werd een totaalverbod afgekondigd op het voeren van vleesbeendermeel aan landbouwhuisdieren, omdat het vermoeden bestaat dat Bovine Spongieuze Encephalopathie (BSE) zich verspreid via vleesbeendermeel van besmette dieren. Sinds januari 2001 is het dus verboden om diermeel en verenmeel te gebruiken in onder andere pluimvee- en varkensvoeder. Vismeeel mag wel gebruikt worden in pluimvee- en varkensvoerders. Met name pluimveehouders claimen dat sinds het weglaten van diermeel en verenmeel uit de voeders pikkerij en kannibalisme onder de dieren is toegenomen en de darmgezondheid is verslechterd, resulterend in een verminderde productiviteit. Deze claims kunnen vaak onvoldoende onderbouwd worden met wetenschappelijk bewijs. Op dit moment is een duurzaam hergebruik en optimale benutting van diermeel als veevoedergrondstof weer bespreekbaar.

De beleidsdirecties Agroketens en Visserij (AKV) en Voedsel, Dier en Consument (VDC) van het ministerie van LNV hebben behoefte aan een quick scan naar de beschikbare kennis over de relatie tussen het gebruik van varkens- en pluimveediermeel in het pluimvee- en varkensvoeder en de effecten op diergezondheid en de -welzijn. Wageningen UR Livestock Research heeft in samenwerking met Schothorst Feed Research B.V. in opdracht van het ministerie van LNV zo'n quicks can uitgevoerd op basis van beschikbare kennis in de literatuur en praktijkervaringen na het verbod op het gebruik van diermeel in pluimvee- en varkensvoeder.

Slachtmateriaal, dat onder andere bestaat uit vet, vlees, organen, botten, bloed en veren, wordt van de slachterij naar een destructiebedrijf gebracht en daar onder een strikt protocol verwerkt tot diermeel. Diermeel is afkomstig van voor menselijke consumptie goedgekeurde dieren. Diermeel is in pluimvee- en varkensvoeder een belangrijke eiwit- en mineralenbron. Diermeel kan worden onderscheiden in twee categorieën: vleesmeel (ruw eiwitgehalte hoger dan 55% en fosforgehalte lager dan 4,4%) en vleesbeendermeel (ruw eiwitgehalte lager dan 55% en fosforgehalte hoger dan 4,4%). Diermeel heeft een hogere energiewaarde dan andere eiwitleverende plantaardige grondstoffen, zoals bijvoorbeeld sojaschroot. De gemiddelde verteerbaarheid van eiwit van diermeel voor varkens en pluimvee bedraagt respectievelijk 83 % (ileaal) en 75% (fecaal) en verschilt nauwelijks van de verteerbaarheid van sojaschroot. Het aminozuurprofiel van dierlijke eiwitten sluit beter aan bij de aminozuurbehoefte van varkens en pluimvee dan het aminozuurprofiel van plantaardige eiwitbronnen. Bij het gebruik van uitsluitend plantaardige grondstoffen dienen extra vrije aminozuren toegevoegd te worden aan voeders om te voorzien in de behoefte van de dieren. Dierlijke eiwitbronnen bevatten in tegenstelling tot plantaardige grondstoffen over het algemeen geen koolhydraten (zetmeel, suikers en celstof). Daarnaast bevat diermeel relatief veel B-vitamines, inclusief choline, biotine en vitamine B12, en vitamine A en D.

Wanneer geen dierlijk eiwit mag worden gebruikt, neemt het gebruik van plantaardige eiwitbronnen toe omdat voorzien moet worden in de eiwitbehoefte van de pluimvee en varkens. Sojaschroot en rapzaadschroot hebben een hoog eiwitgehalte en zijn daardoor geschikte en voor de hand liggende plantaardige vervangers. Bij gebruik van plantaardige eiwitbronnen neemt het aandeel fermentatief afbreekbare (vezelrijke) koolhydraten in het rantsoen toe. De fermentatie van die koolhydraten kan, afhankelijk van de samenstelling van de rest van het rantsoen, leiden tot negatieve gevolgen voor de darmflora en de gezondheid van met name jonge dieren (biggen tot 10 weken leeftijd en kuikens tot 3 weken leeftijd). Dit punt is in het bijzonder van belang aangezien sinds januari 2006 ook geen antimicrobiële groeibevorderaars meer gebruikt mogen worden in de rantsoenen. Het mengvoerbedrijfsleven heeft zich moeten inspannen om voerconcepten te ontwikkelen zonder antimicrobiële groeibevorderaars.

Het kaliumgehalte in diervoeders is aanzienlijk hoger bij gebruik van plantaardige eiwitbronnen omdat bijvoorbeeld sojaschroot veel kalium bevat. Dit heeft een hogere wateropname tot gevolg en resulteert in een verhoogd risico op natte mest bij pluimvee. Hierdoor neemt de infectiedruk in de stal toe en wordt de kans vergroot op pootgebreken, verslechtering van de uitwendige kwaliteit (borstirritatie, voetzoollaesies) en een verminderd welzijn door een vochtig tot nat verenkleed. Het risico op ontsporing van microbiële activiteit in de darm resulterend in een vermindering van de darm- en diergezondheid is verhoogd wanneer geen dierlijke eiwitbronnen opgenomen mogen worden in het rantsoen. Het niet gebruiken van dierlijke eiwitten houdt daarom, in combinatie met het verbod van antimicrobiële middelen, een verhoogd risico voor de diergezondheid in.

Voor zowel pluimvee als varkens in een natuurlijke omgeving is dierlijk eiwit een gangbaar rantsoenonderdeel. Onderzoek waarin de productiviteit van dieren wordt vergeleken wanneer zij voeders verstrekt krijgen met dierlijke eiwitten of met uitsluitend plantaardige eiwitten is met name uitgevoerd bij pluimvee. Bij varkens zijn minder onderzoeksgegevens gerapporteerd. Productiviteit van de dieren is afhankelijk van diergezondheid en -welzijn en daarom wordt in dit rapport productiviteit meegenomen als indicator voor welzijn en gezondheid. In het algemeen werd bij voeders met vleesmeel of vleesbeendermeel dezelfde productiviteit behaald als bij voeders met uitsluitend plantaardige grondstoffen. In enkele studies resulteerde het gebruik van diermeel in een betere eikwaliteit zoals schaaldikte en dikwithoogte. In voeders die uitsluitend uit plantaardige eiwitten bestaan moeten voldoende mineralen worden toegevoegd om de behoefte voor bijvoorbeeld een goede eikwaliteit te dekken. Een gebrek aan dierlijk eiwit in voer voor leghennen kan tot meer pikkerij en kannibalisme leiden. Pikkerij en kannibalisme namen in enkele experimenten toe na een wijziging in de voersamenstelling van hoofdzakelijk dierlijk eiwit naar plantaardig eiwit. Vitamine B12, dat aanwezig is in dierlijke eiwitbronnen maar niet in plantaardige eiwitbronnen, wordt genoemd als mogelijke verklaring voor preventie van pikkerij. De concentratie aan ANF's en/of overmatige hittebehandeling van de gebruikte partijen plantaardige grondstoffen kunnen de productieresultaten negatief beïnvloeden. Het risico op pikkerij is daarom vergroot wanneer plantaardige eiwitbronnen worden gebruikt in plaats van dierlijke eiwitbronnen. Ook voor vleeskuikens geldt dat de productiviteit van de dieren gelijk is bij voeders met en zonder diermeel wanneer de juiste voederwaarde van de grondstoffen wordt gebruikt en een eventueel tekort aan essentiële aminozuren en mineralen wordt aangevuld.

Met name dierlijk bloedplasma (dierlijk eiwit) resulteert bij gebruik in voeders voor gespeende biggen in een betere darmgezondheid, productiviteit en immuniteit. Bij vleesvarkens resulteren voeders met dierlijk eiwit in gelijke of iets betere productiviteit dan voeders met uitsluitend plantaardig eiwit. Het voordeel is bij jonge dieren groter dan bij oudere dieren.

Gebruik van diermeel in mengvoeders voor pluimvee en varkens vergroot de beschikbaarheid van eiwitrijke grondstoffen voor het samenstellen van de voeders.

Summary

The use of Processed Animal Protein (PAP) in animal diets has been regulated since the outbreak of Bovine Spongiform Encephalopathy (BSE) and from January 2001 there is a ban on the use of processed animal protein and feather meal in compound feeds. Poultry and pig farmers strike a warning note that the ban on the use of processed animal protein and feather meal may result in injurious pecking and cannibalism and may adversely affect gut health and as a consequence reduced productivity. The Dutch Ministry of Agriculture, Nature and Food Quality requires a "quick scan" on available knowledge of the relation between the use of pork and poultry meat meal in compound feed and effects on animal health and welfare. The policy of the Ministry is currently focussed on providing new outbreaks of BSE and at the same time a durable re-use and optimal utilization of processed animal protein as an ingredient in compound feed will be debatable again. Wageningen UR Livestock Research has conducted this quick scan in cooperation with Schothorst Feed Research B.V.

Remaining slaughter material such as fat, meat, organs, bones, blood and feathers is further processed under a strict protocol in a rendering plant. Processed animal protein originates from animals which have been qualified for human consumption. Processed animal protein is the main source of protein and minerals in compound feed. Processed animal protein can be categorized in two groups: meat meal (crude protein content > 55% and phosphorus content < 4,4%) and meat and bone meal (crude protein content < 55% and phosphorus content > 4,4%). Processed animal protein has a higher energetic value than other high protein vegetable ingredients like soybean meal. The protein digestibility in a high quality processed animal protein for pigs and poultry amounts 83 (ileal) and 75% (fecal), respectively and is almost similar to digestibility in soybean meal. The amino acid profile of processed animal protein is matching with the amino acid requirement of pigs and poultry while most vegetable protein sources don't match. When diets are formulated only with vegetable ingredients extra free amino acids should be added to meet the requirements of the animals. Animal protein sources don't contain carbohydrates (starch, sugars and cellulose) in contrast with vegetable protein sources. Processed animal protein is relatively rich in B-vitamins, including choline, biotin, and vitamin B12, and vitamins A and D.

The amount of vegetable protein sources in the feed has been increased after the ban on the use of processed animal protein. A vegetable protein ingredient is necessary in order to provide essential amino acids. Soybean meal and rapeseed meal are rich in protein and are therefore appropriate to include instead of processed animal protein. The amount of fermentable carbohydrates increases along with more vegetable protein ingredients. Depending on the feed formulation, fermentation of carbohydrates may adversely affect gut microflora and health of young animals (piglets to 10 weeks of age and broiler chickens to 3 weeks of age). This is extremely important due to the ban on microbial growth promoters since 2006. These microbial growth promoters were able to control the activity of gut microflora. The feed industry has made huge efforts to develop feed formulations without microbial growth promoters.

Higher inclusion levels of soybean meal result in an increase in the potassium content. The higher potassium content may result in a higher water intake and an increased risk for wet litter in poultry. As a result, there is a higher risk for infection, foot pad dermatitis, worsening of external quality (feathering, breast buttons), and for an impaired welfare of the birds. The risk for bacterial overgrowth in the distal part of intestinal tract will be increased, resulting in impaired intestinal and animal health when not using processed animal proteins. Not using processed animal proteins in combination with the ban on microbial growth promoters results in a higher risk for animal health.

Animal protein is a principle ingredient in poultry and pig diets in the open country. Research on productivity of animals with or without the use of animal protein in their diets has been conducted mainly in poultry. Research data in pigs are scarce. Health and welfare parameters are not always reported but often only the effect on productivity along with data on mortality during the production period. Productivity of animals is depending on animal health and welfare and therefore productivity was used in this study as an indicator for animal health and welfare. In general, productivity was not different between diets with meat meal of meat and bone meal and diets with vegetable ingredients. In some studies the use of processed animal protein improved egg quality. In diets with vegetable ingredients extra minerals should be included to meet the requirements for optimal egg quality.

The risk for injurious pecking and cannibalism in layers may be decreased by use of processed animal protein. Injurious pecking and cannibalism increased in some experiments when the diet contained vegetable instead of processed animal protein. Vitamin B12, present in processed animal protein and not in vegetable protein sources has been mentioned as a nutrient to prevent feather pecking. The content of anti nutritional factors (ANFs) and/or heat damage of the batches of vegetable ingredients may affect productivity. The risk for injurious pecking is higher when vegetable protein sources are used in the diets. Productivity of broilers was also similar in broilers that were fed diets with vegetable and processed animal proteins when the feeding value was determined accurately and a correction was made for essential amino acids and minerals.

Spray dried animal plasma inclusion in diets for weanling piglets results in an improved gut health, productivity and immunity. Diets with animal protein result in similar or improved productivity compared with diets with vegetable protein in finisher pigs. The benefit for animal protein is larger in young animals than in old animals.

The use of processed animal protein in compound feed for poultry and pigs creates more possibilities to include protein rich feed ingredients in feed formulation.

Inhoudsopgave

Voorwoord

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Diermeel	3
	2.1 Verschillende typen diermeel en andere ingrediënten van dierlijke herkomst.....	3
	2.2 Belangrijkste nutritionele eigenschappen van dierlijke eiwitbronnen.....	3
3	Diermeel in relatie tot diergezondheid en dierwelzijn	5
	3.1 Algemeen	5
	3.2 Pluimvee	6
	3.2.1 Leghennen	6
	3.2.2 Vleeskuikens.....	8
	3.3 Varkens	9
	3.3.1 Biggen.....	10
	3.3.2 Vleesvarkens	12
4	Praktijkervaringen.....	14
5	Conclusies	15
	Literatuur	17

1 Inleiding

Landbouwhuisdieren zoals pluimvee en varkens krijgen een uitgebalanceerd dieet, dat voorziet in de nutriëntenbehoeften in de opeenvolgende productiefasen. Hierbij wordt rekening gehouden met hun productiefunctie, bijvoorbeeld de productie van vlees of eieren. Iedere diersoort krijgt zijn eigen samengestelde mengvoer. In mengvoer worden een groot aantal verschillende grondstoffen verwerkt. Bij pluimvee en varkens zijn dit bijvoorbeeld schroten van soja of raapzaad, voedergranen, graanbijproducten en overige bijproducten van de humane voedingsindustrie, vitaminen en mineralen. Mengvoer moet aan strenge kwaliteitseisen voldoen zoals bijvoorbeeld GMP+, HACCP en SAFE FEED, niet alleen voor de gezondheid van het dier zelf, maar ook omdat de kwaliteit van het mengvoer voor een deel de kwaliteit van het dierlijk eindproduct bepaalt.

In de Westerse maatschappij wordt een groot deel van het geslachte dier niet gebruikt voor menselijke consumptie. Dit slachtmateriaal (bestaande uit categorie 3¹ materiaal), dat onder andere bestaat uit vet, vlees, organen, botten, bloed en veren, wordt van de slachterij naar een destructiebedrijf gebracht en daar onder een strikt protocol verwerkt tot diermeel. Diermeel is een fijnkorrelig product (figuur 1), afkomstig van destructiebedrijven en bestaat uit bewerkte bij- en restproducten van slachterijen, afkomstig van voor menselijke consumptie goedgekeurde dieren. Diermeel is een belangrijke bron van eiwit, mineralen en vitaminen. Diermeel heeft daarnaast een hogere energiewaarde dan eiwitleverende plantaardige grondstoffen, zoals sojaschroot. Bij de voersamenstelling wordt gelet op de samenstelling en voedingswaarde van de grondstoffen en op de kostprijs.

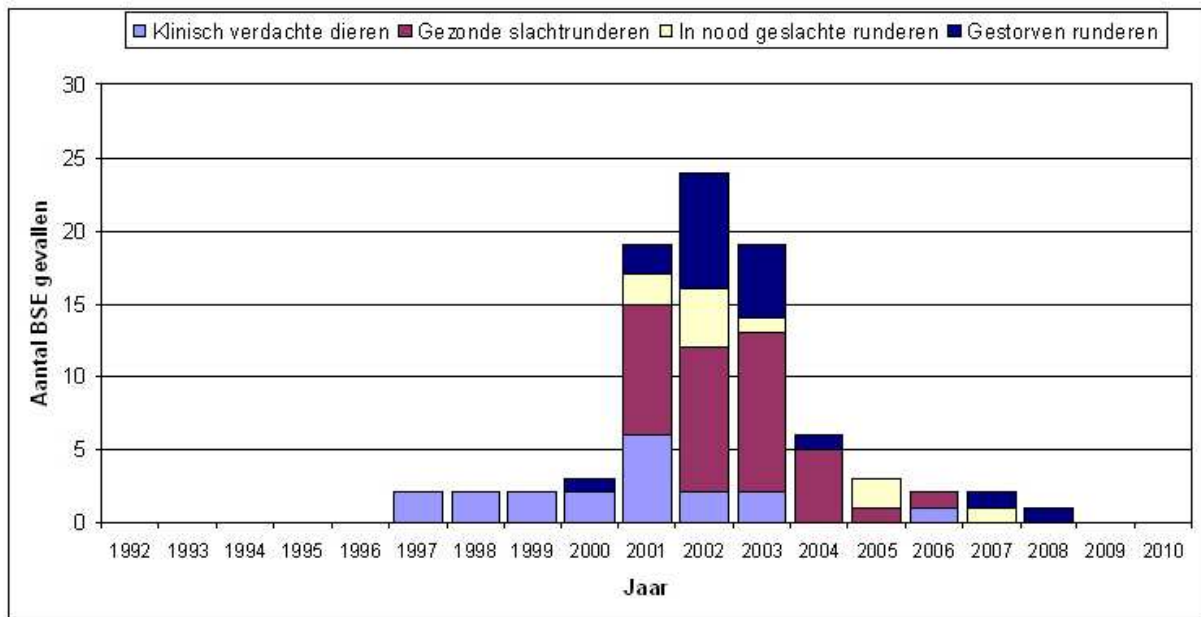
Figuur 1 Diermeel



In Nederland is BSE bij koeien geconstateerd in de periode van 1997 t/m 2008 (figuur 2). De meeste BSE gevallen zijn opgetreden in de periode van 2001 t/m 2003. In 2009 zijn in Nederland geen nieuwe BSE gevallen vastgesteld. Sinds 1994 bestond er een verbod op vleesbeendermeel van zoogdieren in veevoer van herkauwers, zoals runderen, geiten en schapen. In januari 2001 werd dit aangescherpt tot een totaalverbod op het voeren van vleesbeendermeel aan landbouwhuisdieren, omdat het vermoeden bestaat dat BSE zich verspreid via vleesbeendermeel van besmette dieren. Sinds januari 2001 is het dus verboden om diermeel en verenmeel te gebruiken in onder andere pluimvee- en varkensvoeder. Vismeel mag wel.

¹ Slachtbijproducten afkomstig van dieren die zijn goedgekeurd voor menselijke consumptie. Slachtafval en overig materiaal van vee waar een kans bestaat voor BSE-besmetting (denk aan hersenen en ruggenmerg) wordt ten allen tijde verwijderd en vernietigd.

Figuur 2 Aantal BSE-gevallen in Nederland in de periode van 1992 t/m 2010
(bron: Wageningen UR, CVI, 2010)



Er worden in de praktijk soms gunstige effecten op diergezondheid en –welzijn toegeschreven aan het gebruik van diermeel ten opzichte van andere (plantaardige) eiwitrijke grondstoffen. Vaak is de onderbouwing niet altijd duidelijk en ontbreekt een wetenschappelijke onderbouwing. Er wordt verondersteld dat diermeel positieve effecten heeft op de darmgezondheid en de productiviteit positief kan beïnvloeden. Een toename van het gebruik van plantaardige eiwitbronnen, vooral sojaschroot, in plaats van diermeel zou kunnen leiden tot darmproblemen en daardoor een verminderd welzijn tot gevolg hebben met een bijbehorende vermindering van productiviteit van het dier en daling van inkomsten van de veehouder (Van Raamsdonk et al., 2004). In dit rapport wordt nagegaan in hoeverre deze veronderstelde positieve effecten van het gebruik van diermeel in het voer op gezondheid en welzijn van pluimvee en varkens door wetenschappelijk bewijs onderbouwd kunnen worden. Duurzaamheidsaspecten zoals milieu en economie spelen natuurlijk een grote rol maar vallen buiten het kader van deze studie.

2 Diermeel

Het vetgehalte in diermeel is relatief hoog, zodat deze grondstof ook als energiebron van belang is. De energiewaarde ten opzichte van eiwitleverende plantaardige grondstoffen, zoals sojaschroot, is relatief hoog. De eiwitwaarde van de grondstoffen wordt naast het eiwit- en aminozuregehalte mede bepaald door de verteerbaarheid van het eiwit en de onderlinge verhouding aan essentiële aminozuren (zoals lysine, methionine, cysteine, threonine en tryptofaan) welke voor de dierlijke productie limiterend kunnen zijn. De verteerbaarheid van eiwit van een kwaliteit diermeel (zoals opgenomen in de CVB tabel 2005) voor varkens en pluimvee bedraagt respectievelijk 83 en 75%. Door de hittebehandeling die diermeel ondergaat bestaat de kans dat de gehalten en de verteerbaarheid van met name lysine voor varkens en pluimvee (sterk) afneemt. Dierlijke eiwitbronnen bevatten in tegenstelling tot plantaardige grondstoffen over het algemeen geen koolhydraten (zetmeel, suikers en vezelrijke koolhydraten). Het lage gehalte aan koolhydraten in diermeel is grotendeels afkomstig van resten darminhoud in de producten.

Rodehutschord et al. (2002) hebben een review geschreven waarin wordt aangegeven welke consequenties het verbod op het gebruik van dierlijk eiwit in de veehouderij heeft op met name de fosforvoorziening. Hieruit blijkt dat alternatieve plantaardige grondstoffen niet kunnen compenseren voor het gat dat is ontstaan in de fosforvoorziening. Zij hebben berekend dat na het verbod een additionele vraag naar anorganisch fosfor is ontstaan van ongeveer 14.000 en 110.000 ton per jaar in respectievelijk Duitsland en de EU zonder rekening te houden met een hoger fytasegebruik. Voor het verbod was de bijdrage in de fosforvoorziening voor varkens en pluimvee door diermeel 57%. De verteerbaarheid van fosfor in diermeel is ongeveer 80% tegen 30% in soja- of raapzaadschroot en 50% in granen. De fosforverteerbaarheid in plantaardige grondstoffen kan worden verbeterd door toepassing van het enzym fytase zodat minder anorganisch fosfor toegevoegd hoeft te worden om aan de fosforbehoefte te voldoen.

Diermeel bevat verder relatief hoge gehalten aan B-vitaminen, inclusief choline, biotine en vitamine B12, carnitine, en vitamine A en D.

Diermeel kan in voeders voor pluimvee en varkens worden ingezet als goede eiwit- en mineralenbron.

2.1 Verschillende typen diermeel en andere ingrediënten van dierlijke herkomst

Ravindran en Blair (1993) beschrijven dat verschillende typen diermeel worden onderscheiden op basis van het ruw eiwitgehalte en het fosforgehalte. Ravindran en Blair (1993) rapporteerden dat diermeel tussen 20 en 60% botweefsel kan bevatten. Afhankelijk van de verhouding tussen bot en 'zacht' weefsel dat wordt gebruikt bij de verwerking tot diermeel wordt het uiteindelijke product beschreven als vleesmeel wanneer het ruw eiwitgehalte hoger is dan 55% en het fosforgehalte lager is dan 4.4%. Wanneer het eiwitgehalte lager is dan 55% en het fosforgehalte hoger dan 4.4% wordt het eindproduct bestempeld als vleesbeendermeel. Daarnaast zijn er andere ingrediënten van dierlijke herkomst zoals bloedplasma en verenmeel.

2.2 Belangrijkste nutritionele eigenschappen van dierlijke eiwitbronnen

Uit tabel 1 kan worden berekend dat de verteerbaarheid van het dierlijk eiwit varieert van 72% voor vleesbeendermeel tot 80% voor diermeel (pluimvee fecaal), en van respectievelijk 56% tot 72% voor vleesbeendermeel en voor diermeel (varkens ileaal). De eiwitverteerbaarheid van een goede kwaliteit sojaschroot is 87% voor pluimvee (fecaal) en 85% voor varkens (ileaal) (CVB, 2005). Uit tabel 1 blijkt daarmee dat dierlijk eiwit niet zonder meer beter verteerbaar is dan plantaardig eiwit. Dierlijk eiwit heeft een aminozuurprofiel dat goed aansluit op de behoefte van pluimvee en varkens. Dit is vooral duidelijk voor verenmeel dat als een van de weinige grondstoffen rijk is aan cysteine. Dit heeft een gunstig effect op de totale eiwitbenutting.

Tabel 1 Het gehalte (g/kg) aan droge stof (DS), totaal eiwit (RE) en verteerbaar eiwit (vRE) en aan verteerbare aminozuren in grondstoffen van dierlijke oorsprong in vergelijking met sojaschroot bij pluimvee en varkens (CVB, 2005)

	Pluimvee				Varkens			
	Diermeel	Vlees- beender- meel	Veren- meel	Soja- schroot	Diermeel	Vlees- beender- meel	Veren- meel	Soja- schroot
DS	946	957	934	873	946	957	934	873
RE	585	461	830	469	585	461	830	469
vRE	468	337	639	408	421	262	540	398
vRvet	128	55	56	5	125	74	68	12
Ras	175	401	23	65	175	401	23	65
Ca	45,7	145,6	5,0	2,7	45,7	145,6	5,0	2,7
P	23,1	69,7	2,7	6,5	23,1	69,7	2,7	6,5
lys	26,9	16,1	16,0	25,6	26,2	13,9	9,8	25,9
met	6,9	4,3	4,5	5,8	6,6	3,1	3,3	5,9
cys	4,4	2,1	32,0	5,7	3,1	1,4	26,6	5,8
thr	16,9	9,5	30,0	15,6	16,0	8,4	26,5	15,4
trp	3,7	1,7	4,5	5,4	3,3	0,7	3,1	5,2
ile	15,0	8,9	30,6	19,0	14,2	6,7	31,5	18,8
arg	32,1	27,9	44,1	30,9	30,9	20,0	45,3	32,6
phe	18,0	10,7	31,3	21,3	17,6	8,4	32,5	21,0
his	11,2	5,8	6,4	11,3	11,0	4,7	5,1	11,3
leu	32,4	18,2	53,1	31,8	32,0	14,7	51,7	31,4
tyr	12,0	6,6	19,8	15,5	11,7	5,2	17,8	15,3
val	22,0	12,7	46,7	19,6	21,6	9,8	46,3	18,4
ala	33,8	29,8	30,0	17,1	30,2	21,6	27,3	17,5
asp	35,5	23,8	44,7	48,4	26,5	19,7	27,3	47,3
glu	57,1	41,4	69,7	77,3	52,8	31,5	69,7	76,4
gly	49,2	58,5	49,2	16,4	42,3	41,9	50,5	16,7
pro	36,0	32,8	61,4	21,3	35,5	24,7	68,6	21,3
ser	19,0	11,9	68,4	21,5	18,0	9,8	71,1	21,2

3 Diermeel in relatie tot diergezondheid en dierwelzijn

3.1 Algemeen

In een discussie met stakeholders over herintroductie van diermeel in diervoeders (Stijnen et al., 2008) zien sommige deelnemers dierenwelzijn als een onderdeel van diergezondheid, terwijl anderen uitgaan van twee aparte waarden. Hoewel diergezondheid en -welzijn aan elkaar gelieerd zijn, worden effecten van diermeel op diergezondheid en -welzijn daarom waar mogelijk afzonderlijk beschreven. In veel publicaties en onderzoeksrapporten over het vergelijk tussen plantaardig- en dierlijk eiwit in pluimvee- en varkensvoeders worden de gezondheid- en welzijnsparameters echter niet gerapporteerd maar wordt alleen het effect op productiviteit beschreven, soms vergezeld van gegevens m.b.t. sterfte van dieren tijdens de productieperiode. Door de beperkte informatie over directe parameters en omdat productiviteit van de dieren afhankelijk is van diergezondheid en –welzijn, nemen we in dit hoofdstuk productieprestaties mee als indicator voor welzijn en gezondheid.

Wanneer geen dierlijk eiwit mag worden gebruikt, neemt het gebruik van plantaardige eiwitbronnen, met name sojaschroot toe. Hierdoor stijgt het aandeel fermentatief afbreekbare (vezelrijke) koolhydraten in het rantsoen. De fermentatie van koolhydraten kan, afhankelijk van de samenstelling van de rest van het rantsoen, leiden tot negatieve gevolgen voor de darmflora en de gezondheid van met name jonge dieren (biggen tot 10 weken leeftijd en kuikens tot 3 weken leeftijd). Dit punt is in het bijzonder van belang aangezien sinds januari 2006 geen antimicrobiële groeibevorderaars meer gebruikt mogen worden in de rantsoenen. Het risico op ontsporing van microbiële activiteit in de darm met als gevolg een vermindering van de darm- en diergezondheid is daardoor extra verhoogd wanneer geen dierlijke producten toegevoegd mogen worden aan het voer, aangezien dat kan leiden tot een verhoging van het aandeel fermenteerbaar eiwit in het voer. Onderzoek bij Schothorst Feed Research (Van der Klis, personal communication) heeft laten zien dat het weglaten van de antimicrobiële groeibevorderaars kan resulteren in een toename van de bacteriële (fermentatieve) afbraak van eiwit. Eiwit wordt preferentieel gefermenteerd door potentieel pathogene bacteriën. Hierdoor worden toxinen gevormd die de darmgezondheid negatief beïnvloeden. Het niet gebruiken van dierlijke eiwitten houdt daarom, in combinatie met het verbod van antimicrobiële middelen, een verhoogd risico voor de darmgezondheid in. Het mengvoerbedrijfsleven heeft zich ingespannen om voerconcepten te ontwikkelen zonder antimicrobiële groeibevorderaars. Omdat aminozuren essentiële nutriënten zijn, zijn andere (plantaardige) eiwitbronnen noodzakelijk als vervanger voor diermeel. Na het verbod op het gebruik van diermeel in pluimvee- en varkensvoeder is het niveau aan sojaschroot en raapzaadschroot als alternatieve plantaardige eiwitbron in mengvoeders toegenomen. Sojaschroot en raapzaadschroot hebben een hoog eiwitgehalte en zijn daardoor geschikte en voor de hand liggende plantaardige vervangers. Om antinutritionele factoren (ANF's) in deze grondstoffen te reduceren, ondergaan deze plantaardige vervangers een chemische/technologische behandeling zoals bijvoorbeeld persen, extraheren en crushen. Sojaschroot heeft een hoog kaliumgehalte. Een hoger gehalte aan sojaschroot draagt daardoor bij aan een verhoging van het kaliumgehalte van het voer. Dit heeft een hogere wateropname tot gevolg en resulteert in een verhoogd risico op natte mest bij pluimvee. Hierdoor neemt de infectiedruk in de stal toe en wordt de kans op pootgebreken, verslechtering van de uitwendige kwaliteit (borstirritatie en voetzollaesies) en een verminderd welzijn door een vochtig tot nat verenkleed vergroot (Anonymous, 2006). Dierlijke producten bevatten relatief veel Ca en P. Het tekort aan Ca en P dat wordt veroorzaakt door het ontbreken van dierlijke producten wordt voor het grootste deel opgevangen door gebruik van extra monocalciumfosfaat (MCP) en toepassing van het enzym fytase. Fytase is een enzym dat fosfor uit fytaat in plantaardige grondstoffen vrijmaakt. Momenteel staat het gebruik van voederfosfaten ter discussie, omdat meer en meer duidelijk wordt dat de wereldvoorraden aan fosfaat uitgeput worden.

Het niet kunnen gebruiken van diermeel in de rantsoenen voor pluimvee en varkens heeft een grote inspanning gevraagd van de mengvoederbedrijven om voeders te optimaliseren zonder dierlijke ingrediënten. Samen met het verbod op het gebruik van antimicrobiële groeibevorderaars vergroot het risico op ontsporing van de microflora in de darm wanneer uitsluitend plantaardige eiwitbronnen worden gebruikt in de voersamenstelling.

3.2 Pluimvee

Voor pluimvee in een natuurlijke omgeving is dierlijk eiwit een gangbaar rantsoenonderdeel. De voeding van pluimvee bestaat uit zaden, kruiden en kleine ongewervelde dieren (wormen en insecten). Vooral jonge dieren eten in verhouding meer wormen en insecten (Savory et al., 1978). Tijdens het voedsel zoeken schrapen kippen op een kenmerkende manier met de poot over de grond en pikken vervolgens naar eetbare ingrediënten (scharrelen). Onder natuurlijke omstandigheden kunnen kippen zelf uit het voedselaanbod een dieet selecteren dat voldoet aan hun nutritionele behoeftes. Kippen eten ook onverteerbare materialen zoals zand of steentjes. Een deel hiervan blijft achter in de maag om grotere voerbestedingen te vermaleren. Kippen zijn goed in staat om selectief voer op te nemen. De meest aantrekkelijke voedseldeeltjes worden het eerst opgenomen. Hun preferenties zijn wat dit betreft vaak afgestemd op hun fysiologische behoeftes (bijvoorbeeld een voorkeur voor nutriënten die calcium, fosfor, vitamines of zink bevatten voor de productie van een goede eischaal).

Volgens Pos (2001) is het goed mogelijk om een nutritioneel volwaardig voer samen te stellen voor zowel leghennen als vleeskuikens zonder diermeel. De belangrijkste alternatieve eiwitbron voor de dierlijke voedermiddelen in leghennenvoer is sojaschroot. In kritische productiefasen van vleeskuikens en leghennen en mogelijk in startvoerders voor biggen wordt soms vismeel ingezet als alternatieve eiwitbron. Vismeel heeft positieve effecten op de diergezondheid en kan de voeropname stimuleren. Wanneer geen diermeel wordt opgenomen in de voersamenstelling wordt bij de verschillende diersoorten de Ca- en P behoefte niet gedekt door de plantaardige eiwitbronnen. Dit wordt opgevangen door toevoeging van bijvoorbeeld monocalciumfosfaat (MCP) en het enzym fytase.

3.2.1 Leghennen

De belangrijkste alternatieve eiwitbron voor de dierlijke voedermiddelen in leghennenvoer is sojaschroot (Pos, 2001). Hogere inmengpercentages van plantaardig eiwit in rantsoenen voor leghennen verhogen het aandeel fermenteerbare koolhydraten (oligosacchariden, non-starch polysacchariden) in het voer. Dit kan resulteren in een verhoging van de fermentatie in de darm, waardoor de darmgezondheid negatief beïnvloed kan worden. Bovendien kan dat negatieve effecten hebben op de productkwaliteit (vuilshaligheid). Bozkurt et al. (2004) voerden een experiment uit om het effect van diermeel op productiviteit van oude leghennen te bestuderen. In het experiment werden 84-weeken oude leghennen ingezet, na een geforceerde ruiperiode. In de voersamenstelling werd 2, 4 of 6% diermeel toegevoegd aan een maïs-sojaschroot basisvoer. De experimentele voeders hadden een gelijk energie- en ruw eiwitniveau en een gelijk Ca- en P-gehalte. Er werden significante effecten van de behandelingen op eiproductie en eigewicht waargenomen (tabel 2). Toevoeging van 2% diermeel in het voer resulteerde in een hogere eiproductie dan de controlegroep. Toevoeging van meer dan 2% diermeel verbeterde de eiproductie niet verder. Het eigewicht was bij toevoeging van 2, 4 en 6% diermeel in het voer echter ongeveer 1 g lager dan bij de controlegroep. Er werden geen verschillen in eimassa (dagelijkse eiproductie (g)), voeropname en voerconversie gevonden tussen de verschillende behandelingen. Lichaamsgewicht en uitval waren niet significant verschillend tussen dieren die voeders met of zonder diermeel kregen.

Tabel 2 Het effect van inmengpercentage van diermeel in het voer op de productiviteit bij leghennen in een tweede productieronde (Bozkurt et al., 2004)

Parameters	Controle	Diermeel, %			Gepoolde SEM	Significantie
		2	4	6		
Eiproductie, hen/d, %	63,8 ^b	65,3 ^a	64,3 ^{ab}	64,4 ^{ab}	0,37	0,05
Eigewicht, g	70,1 ^a	69,0 ^b	69,0 ^b	69,1 ^b	0,15	0,00
Eimassa, g/hen/d	44,8	45,1	44,4	44,5	0,44	0,56
Voeropname, g/hen/d	117	118	117	116	0,54	0,20
Voerconversie, g/g	2,62	2,61	2,64	2,61	0,03	0,18

^{a-b} Gemiddelden in een rij zonder overeenkomstige superscript verschillen significant, $P < 0,05$

Het soortelijk gewicht van hennen die voer kregen met 2 en 4% diermeel was significant hoger dan van hennen die controlevoer kregen (Bozkurt et al., 2004) (tabel 3). Het soortelijk gewicht van eieren wordt gebruikt als maat voor ejschaalkwaliteit. De Haugh-unit (hoogte van het dikwit) van eieren van hennen die voer kregen met 6% diermeel was hoger dan bij andere behandelingen. Toevoeging van diermeel had geen effect op dooierkleur, dikte van de ejschaal en ejschaalsterkte maar het percentage ejschaal werd wel hoger en er waren minder breukeieren wanneer diermeel werd toegevoegd aan het voer: Diermeel verbeterde in het algemeen de ejschaalkwaliteit.

Tabel 3 Het effect van inmengingpercentage van diermeel in voer op eikwaliteit bij leghennen in een tweede productieronde (Bozkurt et al., 2004)

Parameters	Controle	Diermeel, %			Gepoolde SEM	Significantie
		2	4	6		
Ei soortelijk gewicht, g/cm ³	1,088 ^b	1,093 ^a	1,091 ^a	1,089 ^{ab}	0,002	0,05
Ejschaal gewicht, g	8,81	8,94	8,99	9,09	0,10	0,25
Ejschaal gewicht ratio, % ¹	12,33 ^b	12,76 ^a	12,72 ^a	12,84 ^{ab}	0,13	0,03
Ejschaal dikte, µm	350,7	359,1	359,8	357,2	3,30	0,20
Eidooier hoogte, mm	19,29	19,55	19,68	19,50	0,10	0,08
Eidooier kleur score ²	12,35	12,33	12,51	12,50	0,09	0,34
Haugh Unit (HU)	76,62 ^b	78,37 ^b	78,86 ^b	81,49 ^a	0,92	0,002
Ejschaal sterkte, kg/cm ²	2,13	2,26	2,23	2,32	0,07	0,38
Breukeieren, %	5,98 ^a	3,75 ^b	4,00 ^b	3,52 ^b	0,25	0,0001

^{a-b} Gemiddelden in een rij zonder overeenkomstige superscriptletter verschillen significant, P < 0,05

¹ Ejschaal gewicht ratio = verhouding ejschaalgewicht – totaal eigewicht

² Roche dooierkleur score: 1, licht geel; 15, oranje

In het rapport 'Report on the Welfare of Laying Hens' geeft de Farm Animal Welfare Council (1997) aan dat het ontbreken van dierlijk eiwit in voer voor leghennen leidt tot meer pikkerij en kannibalisme. Nader onderzoek om de factoren in dierlijk eiwit te identificeren en kwantificeren die pikkerij en kannibalisme verminderen, zouden nader onderzocht moeten worden aldus de FAWC. Tot dusverre zijn deze factoren nog niet geïdentificeerd en gekwantificeerd. McKeegan et al. (2001) beschrijven wel dat pikkerij en kannibalisme toenamen na een wijziging in de voersamenstelling van hoofdzakelijk dierlijk eiwit naar plantaardig eiwit. In dit onderzoek werd vismeel als dierlijk eiwit gebruikt. McKeegan et al. (2001) noemt met name vitamine B12, dat aanwezig is in dierlijke eiwitbronnen maar niet in plantaardige eiwitbronnen, als mogelijke verklaring voor preventie van pikkerij. Een verschil in de kwaliteit van het eiwit kan een rol hebben gespeeld. Hierbij kan gedacht worden aan de concentratie van ANF's en/of overmatige hittebehandeling van de gebruikte partijen plantaardige grondstoffen. McKeegan et al. (2001) beschrijven verder dat fyto-oestrogenen de oestradiol concentratie in het bloed verhogen wat mogelijk het gedrag van de hen beïnvloedt.

Richter en Hartung (2003) vergeleken vier plantaardige voeders die varieerden in gehalten aan plantaardige grondstoffen (sojaschroot, veldbonen en zonnebloemzaadschroot) met een voeder met 4% diermeel bij witte en bruine leghennen (Lohmann Brown en LSL). De productiviteit en eikwaliteit waren niet verschillend tussen de verschillende voeders. Er was een trend dat de leghennen die voeders verstrekt kregen met uitsluitend plantaardige grondstoffen meer lichaamsgewicht tijdens de productieperiode verloren en meer uitval vertoonden dan de leghennen die een voer kregen met 4% diermeel. Bij dit soort vergelijkende studies waarin voeders worden gebruikt met een duidelijk afwijkend grondstoffenpatroon, is het van cruciaal belang dat die grondstoffen juist zijn gewaardeerd. Met name bij Amerikaans onderzoek, dat gebruik maakt van de NRC (1994) voederwaardetabel, kan dit een punt van discussie zijn. Een over- of onderschatting van de energie- en eiwitwaardering van de grondstoffen kan immers ook een verschil in productiviteit verklaren.

Hadorn et al. (1998; 1999) vonden geen verschil in productiviteit tussen hennen die voer kregen met dierlijk eiwit (vis- en vleesmeel) en plantaardig eiwit (sojaschroot) mits de eiwitbronnen (eiwit uit plantaardige grondstoffen en vrije aminozuren) voorzien in de eiwit- en aminozuurbehoefte van de dieren. Bij een niet toereikend gehalte aan essentiële aminozuren resulteerden de plantaardige voeders in een hogere uitval bij hennen door kannibalisme. Toevoeging van vrije essentiële

aminozuren kunnen dit probleem opheffen. Dit onderstreept bovenstaande opmerking m.b.t. de noodzakelijke juiste grondstoffenwaardering.

Savory (1995) rapporteert over een workshop 'Verenpikkerij en kannibalisme' die gehouden is tijdens de negende European Poultry Conference in Glasgow, UK waarin Tucker een presentatie gaf over de preventie van verenpikken en kannibalisme. Zij beschrijft dat het risico op pikkerij groter is wanneer plantaardige eiwitbronnen worden gebruikt in plaats van dierlijke eiwitbronnen.

Van Krimpen et al. (2009) hebben een onderzoek naar het effect van type diermeel op productiviteit en darmgezondheid uitgevoerd met leghennen van 20 tot 40 weken leeftijd. Vier verschillende typen diermeel werden vergeleken: Daka_40, Daka_58, Sonac_50 en Sonac_60. Daka_58 en Sonac_60 behoorden tot de categorie vleesmeel, wat bleek uit het relatief hoge eiwit- en lage asgehalte. Daka_40 en Sonac_50 bevatten juist een relatief laag eiwit- en hoog asgehalte, zodat deze producten als vleesbeendermeel geïnclassificeerd konden worden. De calciumgehalten waren gelijk in alle voeders. In de voeders met Daka_40 en Sonac_50 was het P-gehalte hoger dan in de voeders met Daka_58 en Sonac_60. De productiviteit en de incidentie van chronische darmontsteking bij deze vier typen diermeel werden vergeleken met een controlevoer dat bestond uit uitsluitend plantaardige grondstoffen. De voeders werden zo geformuleerd dat het energieniveau en de gehalten aan verteerbare essentiële aminozuren in alle geteste voeders gelijk waren. In de vier proefvoeders met dierlijk eiwit werd 50 g/kg ruw eiwit van dierlijke herkomst ingerekend, waardoor het aandeel diermeel varieerde van 81 g/kg in het voer met Sonac_60 tot 120 g/kg in het voer met Daka_40. Vooraf was de fecale verteerbaarheid van de nutriënten van de vier typen diermeel bepaald in een verteringsstudie met leghennen.

Het opnemen van vleesbeendermeel (Daka_40 en Sonac_50) in het rantsoen zorgde voor een verlaging van de voeropname ten opzichte van de voeders, waaraan vleesmeel (Daka_58 en Sonac_60) was toegevoegd. Mede hierdoor ontstonden er ook aantoonbare verschillen in eiproductie tussen de behandelingen. De incidentie van chronische darmontsteking (een darmaandoening die sinds 2006 relatief veel voorkomt bij leghennen) was niet verschillend bij de verschillende behandelingen. Toevoeging van Daka_40 en Sonac_50 aan het voer resulteerde in een betere strooiselconditie. Bovendien vertoonden de hennen van deze twee behandelingen meer scharrelgedrag, terwijl het verenkleed ook langer intact bleef in vergelijking met de andere behandelingen. De betere strooiselconditie kon voor een belangrijk deel verklaard worden door een verminderde opname van calcium, chloor, kalium en natrium. Er is geen verband aangetoond tussen fosforgehalte in het voer en strooiselconditie. De voeropname van hennen die voeders met Daka_40 en Sonac_50 kregen, was gemiddeld 3.6% lager dan van hennen die voeders kregen met Daka_58 en Sonac_60, waardoor ook de opname van mineralen via het voer relatief lager was. De opname aan glycine was in voeders met Daka_40 en Sonac_50 hoger dan bij het voeder met Sonac_60. In de dataset bleek een positief verband te bestaan tussen de glycine opname en de mate van scharrelgedrag ($R^2 = 44,4\%$). De neurotransmitter glycine kan een regulerend effect hebben tijdens stress (Goldstein et al. 1994), wat een verklaring zou kunnen geven voor het langer intact blijven van het verenkleed bij die hennen die relatief veel verteerbaar glycine geconsumeerd hebben. Van Krimpen et al. (2009) geven aan dat meer onderzoek naar het effect van deze nutriënten op gedrag van leghennen noodzakelijk is.

Hogere inmengpercentages van plantaardige eiwitbronnen in rantsoenen voor leghennen verhogen het aandeel fermenteerbare koolhydraten (oligosacchariden, non-starch polysacchariden) in het voer. Dit kan resulteren in een verhoging van de fermentatie in de darm, waardoor de darmgezondheid negatief beïnvloed kan worden. De productiviteit van leghennen die voeders kregen met dierlijke eiwitbronnen was niet consistent beter dan van leghennen die voeders kregen met uitsluitend plantaardige eiwitbronnen. Gesteld kan worden dat de productiviteit bij leghennen die voeders krijgen met dierlijke eiwitbronnen niet wordt beïnvloed of licht wordt verbeterd ten opzichte van voeders met uitsluitend plantaardige eiwitbronnen. Het risico op pikkerij en kannibalisme lijkt te verminderen bij gebruik van dierlijke eiwitbronnen. Het is niet geheel duidelijk waardoor pikkerij en kannibalisme vermindert bij gebruik van dierlijke eiwitbronnen.

3.2.2 Vleeskuikens

De belangrijkste alternatieve eiwitbronnen voor de dierlijke voedermiddelen in vleeskuikenvoer zijn sojaschroot en vismeel (Pos, 2001). Savory (1998) en Savory et al. (1999) vonden geen verschil in schade door verenpikken op vier en zes weken leeftijd bij Bantam pluimvee die een voer kregen met

alleen uitsluitend plantaardige eiwitbronnen (30% sojaschroot), een combinatie van dierlijke eiwitbronnen (3,2% bloedmeel, 6% vismeel en 5,2% verenmeel) of een voer met 8% caseïne eiwit (tabel 4).

Tabel 4 Bevedering van Bantam pluimvee op 4 en 6 weken leeftijd bij verschillende eiwitbronnen

Leeftijd (weken)	Eiwitbron	Bevedering ¹	
		4 weken leeftijd	6 weken leeftijd
0 – 6	Sojaschroot (30%)	4,4	6,3
	Vismeeel (6%), Bloedmeel (3,2%), Verenmeel (5,2%)	5,0	8,6
	Caseïne (8,4%)	4,2	6,8
		P < 0,67	P < 0,37

¹ Schade door pikkerij aan het verenkleed, 0 = intact en 4 = kaal met kleine bloedingen. De scores zijn opgeteld voor rug, staart, nek en vleugels (maximale score is 16).

Leitgeb et al. (1998) hebben een experiment uitgevoerd met vleeskuikens die een plantaardig voeder (gebaseerd op maïs-sojaschroot) kregen of voeders met 5 of 10% diermeel. Er werden geen verschillen in productiviteit gevonden tussen de verschillende voeders (tabel 5). Hierbij dient opgemerkt te worden dat de energiewaarde van het diermeel te hoog is ingeschat volgens opgave van de auteurs waardoor het energiegehalte in de voeders met diermeel werd overschat. Een correcte inschatting van de energiewaarde van diermeel zou waarschijnlijk hebben geresulteerd in een betere voederconversie.

Tabel 5 Levend gewicht en voerconversie van vleeskuikens op 38 dagen leeftijd bij plantaardig voer en twee voeders met respectievelijk 5 en 10% diermeel

Eiwitbron	Levend gewicht	Voerconversie
	op 38 dagen (kg)	0 – 38 dagen
Plantaardig voer (maïs-soja)	1,91	1,88
Diermeel 5%	1,94	1,90
Diermeel 10%	1,86	1,94
P < 0,27		P < 0,10

Eichner et al. (2007) vergeleken een voeder met dierlijk eiwit (10% pluimveediermeel) met twee voeders met uitsluitend plantaardige grondstoffen (maïs, sojaschroot, getoaste sojabonen met of zonder maïsglutenmeel) en onderzochten het effect op strooiselkwaliteit en voetzoollaesies bij vleeskuikens. De conclusie van dit onderzoek was dat de voersamenstelling een effect heeft op de vochtigheid van het strooisel en de ernst van voetzoollaesies. Bij vleeskuikens die voeders met maïs en sojaschroot kregen was het strooisel vochtiger en de vleeskuikens ontwikkelden meer voetzoollaesies dan de vleeskuikens die een voer kregen met pluimveediermeel of maïsglutenmeel. In deze studie was het kaliumgehalte in het voer met uitsluitend plantaardige grondstoffen gemiddeld over het start- en groeivoer 0,90 % en in de voeders met dierlijk eiwit was het K gehalte 0,75%. Dit verschil in K-gehalte wordt aangemerkt als belangrijke oorzaak voor het verschil in strooiselkwaliteit. Vieira en Lima (2005) vonden eenzelfde effect van voeders met uitsluitend plantaardige grondstoffen op de vochtigheid van het strooisel.

De productiviteit van vleeskuikens die voeders kregen met dierlijke eiwitbronnen was niet beter dan van vleeskuikens die voeders kregen met uitsluitend plantaardige eiwitbronnen. Plantaardige eiwitbronnen (met name sojaschroot) bevatten een hoger kaliumgehalte dan dierlijke eiwitbronnen en kunnen nat strooisel en voetzoollaesies veroorzaken.

3.3 Varkens

Varkens zijn echte omnivoren (alleseters). Zij kunnen hun dieet dan ook aan een groot aantal omstandigheden aanpassen. Wilde varkens eten vooral plantaardig materiaal (gras, wortels, knollen,

zaden, fruit en bessen). Daarnaast eten varkens ook dood of levend dierlijk materiaal, zoals wormen, insecten, muizen en kikkers (Signoret et al., 1975).

De belangrijkste consequenties van de ban van diermeel in varkensvoerders voor de fosforvoorziening van varkens zijn door Jongbloed en Kemme (2002) bestudeerd. De belangrijkste conclusie luidde dat als gevolg van het verbod op het gebruik van diermeel in rantsoenen voor biggen en varkens meer vismeel, voederfosfaten en fytase in de rantsoenen worden opgenomen om te kunnen voldoen aan de fosforbehoefte van varkens.

3.3.1 Biggen

Gespeende biggen hebben vaak last van speendiarree. *Escherichia coli* speelt hierbij een belangrijke rol (Van Beers-Schreurs et al., 1992; Nabuurs et al., 1993; Pluske et al., 1997; Nabuurs, 1998). Er is en wordt veelvuldig onderzoek gedaan naar de optimale voersamenstelling en het gebruik van voeradditieven in speenvoeders om speendiarree te voorkomen of te verminderen. Er is veel onderzoek uitgevoerd waarin gesproeidroogd dierlijk plasma (Spray Dried Animal Plasma, SDAP) werd opgenomen in het rantsoen. Dit product is veelal afkomstig van varkens (Spray Dried Porcine Plasma, SDPP) als een dierlijk bijproduct uit de slachterijen. Vooral met betrekking tot essentiële aminozuren is SDAP een betere eiwitbron dan soja. De verhouding aan essentiële aminozuren uit SDAP komt goed overeen met de behoefte van biggen met uitzondering van methionine. Het methioninegehalte in SDAP is relatief laag.

Na het spenen vindt de transitie plaats van melk naar vast voer. Dit heeft belangrijke nutritionele consequenties, zoals de omschakeling van vet naar koolhydraten als belangrijkste energiebron en een verschuiving van goed verteerbaar dierlijk eiwit naar minder goed verteerbaar plantaardig eiwit (Everts et al., 1999). Het opnemen van SDAP in speenvoeder in plaats van plantaardig eiwit kan een gunstig effect hebben op de darmgezondheid en productiviteit omdat de aminozuursamenstelling en eiwitverteerbaarheid van SDAP meer overeenkomt met die van eiwitten in de zeugenmelk (Darragh en Moughan, 1998). In een review hebben Van Dijk et al. (2001) op basis van 15 studies geconcludeerd dat toevoeging tot 6% SDAP aan biggenvoerders de voeropname en groei bevordert en de voederconversie in de eerste twee weken na spenen verbetert. Het effect was in de eerste week na spenen sterker dan in de tweede week na spenen. Verder geven zij aan dat de respons op SDAP afhankelijk is van de eiwitbron die wordt gebruikt in het controlevoer. In de meeste experimenten werd melkeiwit gebruikt maar er werd ook soja gebruikt als eiwitbron. Het effect van SDAP op de groei- en voederconversie was groter wanneer soja als eiwitbron in het controlevoer werd gebruikt in vergelijking met melk als eiwitbron. Gatnau (1990) en Van der Peet-Schwering en Binnendijk (1995) vonden in twee experimenten bij biggen minder speendiarree in de eerste twee weken na spenen wanneer SDPP werd toegevoegd aan het voer. In één experiment hoefden biggen, die een voer kregen met SDPP, minder vaak behandeld te worden tegen speendiarree dan biggen die een voer kregen zonder SDPP (Van der Peet-Schwering en Binnendijk, 1995). Coffey en Cromwell (1995) stellen dat SDPP de productiviteit van biggen kan vergroten doordat de immunocompetentie verbetert door de aanwezige immunoglobulinen in SDPP. De immunoglobulinen voorkomen dat virussen en bacteriën de darmwand kunnen beschadigen wat resulteert in een beter functionerende darmwand. Pasgeboren biggen zijn voor hun serum antilichamen volledig afhankelijk van biest. Toevoeging van SDPP kan de immunocompetentie verhogen door de immunoglobulinen aanwezig in SDPP (Coffey en Cromwell, 1995). Orale toediening van immunoglobulinen, had bij pasgeboren biggen zonder biest een positief effect op groei en gezondheid van de dieren (Drew en Owen, 1998; Gatnau, 1990; Gomez et al., 1998). De Rodas et al. (1995) rapporteren dat SDPP hoge gehalten aan immunoreactieve IGF-I (0.8 ng/mg) bevat, wat een positief effect kan hebben op de productie van mucus (slijm) door de darmwand en daardoor een gunstig effect heeft op de darmgezondheid van biggen. King et al. (2008) onderzochten het effect van drie toevoegingen (runderbiest, runderplasma en varkensplasma) gedurende één week op histologie in de dunne darm, morfologie en darmontsteking bij op drie weken leeftijd gespeende biggen. De voeropname en groei van biggen die voeders verstrekt kregen waaraan één van de drie producten was toegevoegd waren hoger dan van biggen op het controlevoer. De productiviteit verschilde was niet verschillend tussen de drie toevoegingen. De gesproeidroogde runderbiest leidde tot een geringere villuslengte op 25% van de dunne darm en tot een grotere villuslengte op 75% van de dunne darm. Gesproeidroogd runderplasma vergrootte de villuslengte op zowel 25 als 75% van de dunne darm en gesproeidroogd varkensplasma had geen effect op villuslengte. Corl et al. (2007) onderzochten het effect van dierlijk eiwit (plasma eiwit) op darmgezondheid bij biggen na een infectie met rotavirus en vergeleken dit met een voer dat bestond

uit plantaardige eiwitten (soja eiwit isolaat). Geïnfekteerde biggen die een voer kregen met plasma eiwit vertoonden geen klinische verschijnselen van diarree. De infectie reduceerde de villuslengte en de villus/crypte ratio op drie dagen na infectie en deze reducties werden niet verminderd door voer met plasma eiwit. Geïnfekteerde biggen gevoerd met plasma eiwit behielden meer darmmucosa eiwit en hadden een hogere lactase activiteit dan geïnfekteerde soja eiwit gevoerde biggen. Plasma eiwit bevat groeifactoren die kunnen bijdragen aan het herstel en bevat virusbindend eiwit dat de infectiedruk in de darm kan verminderen. Deze gegevens tonen aan dat plasma eiwit de potentie heeft om de gezondheid te verbeteren bij biggen die last hebben van diarree. In een review van Lallès et al. (2009) wordt geconcludeerd dat SDAP een waardevolle eiwitbron is in startvoerders voor biggen. Naast het duidelijk positieve effect op voeropname, groei en voederconversie is er genoeg bewijs dat SDAP (met name de IgG-fractie) binding van pathogenen aan de darmwand tegengaat en de incidentie van speendiarree kan verminderen. Daarom kan SDAP een belangrijke rol spelen in biggenvoerders zonder antimicrobiële groeibevorderaars vanwege zijn gezondheid bevorderende werking.

Wellock et al. (2009) hebben een experiment uitgevoerd met vier verschillende biggenvoerders gedurende de eerste twee weken na spenen waarin verschillende waarnemingen zijn uitgevoerd ten aanzien van gezondheid en productiviteit tijdens deze periode en de periode daarna tot aan slachten (Tabel 6). De voeders varieerden in eiwitgehalte (hoog eiwit gehalte 230 g/kg of laag eiwitgehalte 170 g/kg) en kwaliteit (hoge kwaliteit: ontsloten granen (tarwe, maïs en ontdopte haver) en dierlijk eiwitbronnen (vismeeel en melkpoeder) en lage kwaliteit: natieve granen (tarwe, maïs en ontdopte haver) en plantaardige eiwitbronnen (sojaschroot en sojabonen)). Hoog of laag eiwit voeders hadden nauwelijks effect op uitval tijdens de speen- en groeifase alhoewel bij laag eiwit enkele biggen werden uitgeselecteerd voor een te laag gewicht bij aanvang van de groeifase (< 22.5 kg). Speendiarree kwam nauwelijks voor in deze studie. Biggen die het hoogkwaliteit voer kregen hadden een betere mestconsistentie score dan biggen die het laagkwaliteit voer kregen (1.96 vs. 2.08; $P = 0.012$ tijdens de eerste 14 dagen na spenen en 1.97 vs. 2.07; $P = 0.026$ tijdens de periode vanaf 14 dagen na spenen tot aan slacht). Er was een tendens ($P=0.058$ en $P=0.143$) dat varkens die het hoogkwaliteit voer kregen een betere gezondheidsscore hadden dan varkens op het laagkwaliteit voer tijdens deze productiefasen. Bij varkens op het hoog kwaliteitvoer werden in verse mest minder coliforme bacteriën (6.97 vs. 7.54 cfu/g; $P = 0.006$) en *E. coli* (4.68 vs. 6.13 cfu/g; $P = 0.028$) gevonden dan bij varkens op het laagkwaliteit voer en er was een tendens naar een hoger aantal lactobacilli (9.23 vs. 8.98 cfu/g; $P = 0.061$) op 11 dagen na spenen bij het hoogkwaliteit voer.

Een hoge voerkwaliteit ($P = 0.025$) en een hoger eiwitgehalte ($P = 0.053$) resulteerden beiden in een hogere groeisnelheid tijdens de eerste twee weken na spenen. Er was geen effect van beide factoren op groei in de periode na de eerste twee weken na spenen. Wellock et al. (2009) verklaren de betere gezondheid van de varkens bij hoge voerkwaliteit door de toevoeging van dierlijke eiwitten en ontsloten granen. Dierlijk eiwit en ontsloten granen worden door pasgespeende biggen beter verteerd dan eiwitten van plantaardige oorsprong of onbewerkte granen. Dit resulteert erin dat er minder substraat beschikbaar is voor de microflora (inclusief *E. coli*) in het maagdarmkanaal. De nutriëntspecificaties binnen hoog en laag eiwit waren voor hoge en lage voerkwaliteit gelijk. Verteerbare nutriëntengehalten zijn niet vermeld in dit artikel. Hierbij dient opgemerkt te worden dat de verteerbaarheid van het voer bij de hoge voerkwaliteit wellicht beter was, wat eveneens een bijdrage kan hebben geleverd aan de betere gezondheid.

Tabel 6 Effect van ruw eiwit gehalte (RE) en voer kwaliteit (Kw) op mestconsistentie, gezondheid en op *Escherichia coli*, lactobacilli en coliformen in verse mest op 11 dagen na spenen

Item	Voer				P-waarde		
	Laag RE hoog Kw	Laag RE laag Kw	Hoog RE hoog Kw	Hoog RE laag Kw	RE	Kw	RE x Kw
Mestconsistentie¹							
Spenen tot d 14	1,97	2,06	1,95	2,09	0,992	0,012	0,531
d 14 tot einde speenfase	1,97	2,04	2,04	2,05	0,482	0,521	0,640
spenen tot einde speenfase	1,97	2,06	1,97	2,08	0,807	0,026	0,730
Gezondheidsscore²							
Spenen tot d 14	1,03	1,14	1,03	1,06	0,295	0,065	0,335
d 14 tot einde speenfase	1,00	1,03	1,01	1,04	0,473	0,143	0,928
spenen tot einde speenfase	1,02	1,11	1,02	1,06	0,418	0,058	0,399
Excreta microbiologie							
<i>E. coli</i> , cfu/g	4,78	6,82	4,57	5,43	0,173	0,028	0,363
Lactobacilli, cfu/g	9,07	8,82	9,39	9,14	0,019	0,061	0,968
Coliformen, cfu/g	6,77	7,61	7,16	7,46	0,589	0,006	0,184
Lactobacilli/coliformen ratio	1,35	1,17	1,33	1,24	0,476	0,002	0,266

¹ Mestconsistentie (1 = vast, 2 = zacht, 3 = milde diarree, 4 = ernstige diarree).

² Gezondheidsscore (1 = geen ziekte, 2 = lichte verschijnselen van ziekte, 3 = duidelijke verschijnselen voor ziekte, 4 = ernstig ziek).

Er zijn nauwelijks artikelen gevonden in de deskstudie waarin voeders met plantaardige eiwitbronnen zijn vergeleken met voeders met dierlijke eiwitbronnen bij biggen. Er is echter wel veel literatuur beschikbaar over de effecten van voeders met dierlijk plasma eiwit op productiviteit, darmgezondheid en immuniteit. Bloedplasma is toegestaan en valt buiten het diermeelverbod. Bloedplasma is vanwege de positieve effecten op gezondheid en welzijn van biggen opgenomen in deze studie.

3.3.2 Vleesvarkens

Bij vleesvarkens zijn tal van onderzoeken uitgevoerd waarin verschillende gehalten verenmeel zijn opgenomen in de voersamenstelling. Bij vleesvarkens werd met name het effect op productiviteit en slachtkwaliteit onderzocht. Verenmeel is een relatief goedkope eiwitbron in vergelijking tot sojaschroot en is rijker aan cysteine, valine en threonine (Bielorai et al., 1983) en een goede eiwitbron in varkensvoer (Chiba et al., 1995). Verenmeel wordt echter niet veel gebruikt in varkensvoer vanwege de grote variatie in kwaliteit en verteerbaarheid, vooral met betrekking tot het lysinegehalte (Apple et al., 2003). Chiba et al. (1995) vonden dat vervanging van sojaschroot door 9% verenmeel resulteerde in karkassen met een lager vetpercentage zonder beïnvloeding van de productiviteit. Van Heugten en van Kempen (2002) zagen geen effect op productiviteit en slachtkwaliteit wanneer varkens voer kregen met 2 tot 8% verenmeel maar de productiviteit verslechterde wel bij een 10% inmenging van verenmeel. Apple et al. (2003) vonden geen verschil in productiviteit, karkassamenstelling en slachtkwaliteit wanneer tot 6% verenmeel werd toegevoegd aan varkensvoeders die gelijk waren in lysinegehalte bij vleesvarkens. Het is belangrijk dat bij inmenging van verenmeel het lysinegehalte in het voer op peil blijft. Dit kan door grondstoffen bij te mengen die rijk zijn aan lysine of door het toevoegen van vrij lysine. Inmenging tot 8% diermeel gaf gelijke resultaten als bij voeders die waren samengesteld uit uitsluitend plantaardige grondstoffen (maïs, gerst en sojaschroot) mits extra lysine en tryptofaan werd toegevoegd (Knabe et al., 1989; Cromwell et al., 1991). Lettner et al. (2001) zagen geen verschil in productiviteit tussen zuiver plantaardige voeders en voeders met diermeel waarbij gecorrigeerd werd voor eventuele deficiënties in lysine, methionine+cysteïne, threonine en tryptofaan. Morel et al. (2008) vergeleken een voeder met uitsluitend plantaardige grondstoffen met een voeder

met dierlijk eiwit in speen-, groei- en afmestvoerders. In het speenvoer werden gerst, tarwe en soja-eiwitconcentraat ingemengd. In het groei- en afmestvoer werden gerst, tarwegries en sojaschroot ingemengd. Als dierlijk eiwit werden in het speenvoer de grondstoffen bloedmeel, vismeel, vleesbeendermeel en melkpoeder ingemengd. In het groeivoer werd bloedmeel, vismeel en vleesbeendermeel ingemengd en in het afmestvoer bestond het dierlijk eiwit uit bloedmeel en vleesbeendermeel. In de periode waarin de biggen speenvoer verstrekt kregen was de groei het hoogst ($P = 0.026$) bij het voer met dierlijk eiwit en de voerconversie ($P = 0.015$) was gunstiger bij het voer met dierlijk eiwit tijdens de groeiperiode. De betere productiviteit van varkens die voeders kregen met dierlijk eiwit wordt vooral toegeschreven aan de aanwezigheid van bloedmeel (2,5%), vismeel (5%), diermeel (5%) en melkpoeder (10%). In de studie werd verder waargenomen dat verstrekking van eiwit uit vlinderbloemige bronnen (inmenging van 15% erwten) vlak na spenen een negatief effect heeft op de nutriënten verteerbaarheid. Makkink et al. (1994) en Saldago et al. (2002) vonden ook een negatief effect van vlinderbloemige grondstoffen in speenvoeders op nutriëntenverteerbaarheid, darmgezondheid, enzymactiviteit in de darm en een negatief effect op de voeropname.

De productiviteit van vleesvarkens die voeders kregen met dierlijke eiwitbronnen was niet consistent beter dan van vleesvarkens die voeders kregen met uitsluitend plantaardige eiwitbronnen.

4 Praktijkervaringen

Vanuit de pluimveepraktijk wordt voorgesteld om diermeel weer toe te laten als grondstof voor pluimveevoeders. Vanuit varkenshouders wordt dit signaal minder gegeven.

Pluimveehouders

Volière/scharrelkippenhouders willen dierlijke eiwitten terug in het voer (Anonymous, 2007). Zij denken dat daarmee gezondheidsproblemen bij scharrel- en volièrekippen (gedeeltelijk) kunnen worden teruggedrongen. Het gaat om problemen als IB, ILT, coccidiose, E. coli, kale kippen, onderhuidse ontstekingen en (chronische) darmontsteking. Volgens leden van de landelijke studieclub volièrekippenhouders komen vaker en meer gezondheidsproblemen voor en zijn hennen kwetsbaarder sinds het verbod op het gebruik van diermeel in voeders werd ingesteld. Na de verwerking van 2 à 3% vismeel in het voer verbetert volgens deze groep pluimveehouders de gezondheid snel, maar dat kan eveneens samenhangen met niet eiwitbestanddelen van vismeel en de omega-3 vetzuren in vismeel. Sinds het achterwege laten van diermeel komen er uit de praktijk geluiden over verminderde resultaten bij leghennen die zich ondermeer uiten in een lagere productie, meer uitval (m.n. door E. coli), meer problemen met verenpikken en kannibalisme en een grotere gevoeligheid voor o.a. IB-besmettingen. Overigens zijn er de laatste jaren, naast het achterwege laten van diermeel, andere ontwikkelingen geweest die als mogelijke oorzaak voor de genoemde problemen kunnen worden aangemerkt. Zo is het bloedluis probleem in ongeveer hetzelfde tijdvak toegenomen. Ook worden meer hennen alternatief gehuisvest sinds 2000 en zijn er meer koppels die uitloop ter beschikking hebben. Met name die laatste ontwikkelingen hebben ertoe geleid dat leghennen een groot aantal parasitaire aandoeningen doormaken die in het verleden door kooihuisvesting waren uitgebannen. Desondanks bestaat bij de sector de indruk dat de afwezigheid van diermeel de belangrijkste veroorzaker van de slechtere resultaten is.

Mengvoederbedrijven

Gebruik van diermeel in mengvoeders voor pluimvee en varkens vergroot de beschikbaarheid van eiwitleverende grondstoffen bij het samenstellen van de voeders, en kan doordoor leiden tot een kostprijsreductie. Diermeel is een hoogwaardig eiwit en het aminozuurprofiel sluit in vergelijking met dat van de belangrijkste plantaardige eiwitvervanger sojaschroot beter aan op de behoefte van het dier. Door toevoeging van diermeel aan het mengvoeder hoeft minder sojaschroot opgenomen te worden. Dit resulteert in een lager gehalte aan kalium en wellicht een lager ruw eiwitgehalte. Dit alles kan bijdragen aan een betere darmgezondheid. Een lager kaliumgehalte kan bijdragen aan verminderde wateropname en vochtuitscheiding. Minder onverteerbaar eiwit in het voer kan resulteren in een lagere stikstofuitscheiding en drogere mest waardoor er minder ammoniak uit de mest vrijkomt. Een hoge concentratie ammoniak in de lucht heeft een nadelig effect op het welzijn en algehele gezondheid van dieren (Ritz et al., 2004) en de ammoniakuitstoot wordt via regelgeving gelimiteerd. Ook hoeven waarschijnlijk minder vrije aminozuren te worden toegevoegd om aan de aminozuurbehoefte te voldoen.

Er worden op dit moment veel hoogwaardige eiwitten vernietigd, wat resulteert in een kostprijsverhoging voor de hele voedselketen. Er wordt daarom gepleit voor een snelle toelating van deze belangrijke hoogwaardige eiwitten. Daarnaast is sojaschroot als belangrijkste eiwitbron in diervoeders sinds 2008 erg duur geworden. Toelating van alternatieven zal, afhankelijk van de prijs voor dierlijke eiwitbronnen, de kostprijs van het voer mogelijk kunnen verlagen hetgeen de rentabiliteit van de sector ten goede komt.

Van veel pluimveehouders mag het verbod op het gebruik van diermeel in pluimveevoeders worden opgeheven zodat het mogelijk is om deze waardevolle grondstof opnieuw te gebruiken in de voersamenstelling. Varkenshouders geven dit signaal minder. Volgens veel nutritionisten van mengvoederbedrijven zijn de mengvoederbedrijven in staat gebleken om na het diermeelverbod en het verbod op antimicrobiële groeibevorderaars goede voeders te maken met uitsluitend plantaardige eiwitbronnen. Dierlijk eiwit is volgens hen een waardevolle aanvulling in het assortiment grondstoffen waaruit men kan kiezen om eiwitrijke voeders te maken.

5 Conclusies

- Pluimvee en varkens eten in de vrije natuur zowel plantaardige als ook dierlijke eiwitten.
- Dierlijk eiwit (diermeel) is afkomstig van destructiebedrijven en bestaat uit bewerkte bij- en restproducten van slachterijen, afkomstig van voor menselijke consumptie goedgekeurde dieren en is een belangrijke eiwit-, mineralen- en vitaminebron.
- Afhankelijk van de verhouding tussen bot en 'zacht' weefsel dat wordt gebruikt bij de verwerking tot diermeel wordt het uiteindelijke product beschreven als vleesmeel wanneer het ruw eiwitgehalte hoger is dan 55% en het fosforgehalte lager is dan 4.4%. Wanneer het eiwitgehalte lager is dan 55% en het fosforgehalte hoger dan 4.4% fosfor wordt het eindproduct bestempeld als vleesbeendermeel.
- De eiwitverteerbaarheid van diermeel is in het algemeen zowel bij pluimvee als varkens goed (ca. 80% verteerbaar eiwit). Een juiste voederwaardering van het gebruikte diermeel is belangrijk. De variatie in nutriëntengehalten en verteerbaarheid van verschillende typen diermeel kan aanzienlijk zijn en moet goed gekwantificeerd worden om dit in te rekenen in de voerformulering.
- Dierlijk eiwit heeft een aminozuurprofiel dat goed aansluit op de behoefte van pluimvee en varkens.
- Diermeel bevat relatief veel B-vitaminen, inclusief choline, biotine en vitamine B12, carnitine, en vitamine A en D.
- Het niet kunnen gebruiken van diermeel in de rantsoenen voor pluimvee en varkens heeft een grote inspanning gevraagd van de mengvoederbedrijven om voeders te optimaliseren zonder dierlijke ingrediënten. Samen met het verbod op het gebruik van antimicrobiële groeibevorderaars vergroot het risico op ontsporing van de microflora in de darm wanneer uitsluitend plantaardige eiwitbronnen worden gebruikt in de voersamenstelling.
- Bij voeders met uitsluitend plantaardige grondstoffen is het belangrijk dat extra vrije aminozuren worden opgenomen in het voer zodat de behoefte van de dieren wordt gedekt.
- Na het verbod op het gebruik van dierlijke eiwitbronnen is de hoeveelheid sojaschroot, tarwe en maïs aanzienlijk toegenomen in de voeders. Het gebruik van fytase is ook toegenomen om fosfor uit fytaat beschikbaar te maken in plantaardige grondstoffen. Extra monocalciumfosfaat wordt toegevoegd aan voeders zonder dierlijke eiwitbronnen om de behoefte van leghennen aan calcium en fosfor te dekken.
- Plantaardige eiwitbronnen (met name sojaschroot) bevatten een hoger kaliumgehalte dan dierlijke eiwitbronnen en kunnen nat strooisel en voetzoollaesies veroorzaken.
- Hogere inmengpercentages van plantaardige eiwitbronnen in rantsoenen voor leghennen verhogen het aandeel fermenteerbare koolhydraten (oligosacchariden, non-starch polysacchariden) in het voer. Dit kan resulteren in een verhoging van de fermentatie in de darm, waardoor de darmgezondheid negatief beïnvloed kan worden.
- Door gebruik van diermeel kunnen voeders gemaakt worden met een lager gehalte aan moeilijk verteerbare vezelrijke koolhydraten die gebruikt worden als substraat voor microbiota. In enkele studies is aangetoond dat de darmgezondheid verbetert wanneer dierlijk eiwit wordt gebruikt. Het aantal studies waarin de invloed van diermeel op gezondheid en welzijn van dieren is bestudeerd is echter beperkt, met name bij varkens.
- De productiviteit van leghennen die voeders krijgen met dierlijke eiwitbronnen wordt niet beïnvloed of verbetert licht ten opzichte van voeders met uitsluitend plantaardige eiwitbronnen.
- Onderzoekresultaten wijzen niet op een eenduidig effect van de eiwitbron op pikkerij bij leghennen, alhoewel praktijkervaringen er op wijzen dat pikkerij en chronische darmontsteking op verschillende leeftijden meer voorkomen na het verbod op het gebruik van dierlijke eiwitbronnen. Het risico op pikkerij en kannibalisme lijkt te verminderen bij gebruik van dierlijke eiwitbronnen. Het is niet geheel duidelijk waardoor pikkerij en kannibalisme vermindert bij gebruik van dierlijke eiwitbronnen.
- De productiviteit van vleeskuikens die voeders kregen met dierlijke eiwitbronnen was niet beter dan van vleeskuikens die voeders kregen met uitsluitend plantaardige eiwitbronnen.
- Er zijn nauwelijks artikelen gevonden in de deskstudie waarin voeders met plantaardige eiwitbronnen zijn vergeleken met voeders met dierlijke eiwitbronnen bij biggen. Er is echter wel veel literatuur beschikbaar over de effecten van voeders met dierlijk plasma eiwit op productiviteit, darmgezondheid en immuniteit. Bloedplasma is toegestaan en valt buiten het diermeelverbod. Het gebruik van bloedplasma in biggenvoeders heeft in het algemeen positieve effecten op gezondheid en welzijn van biggen.

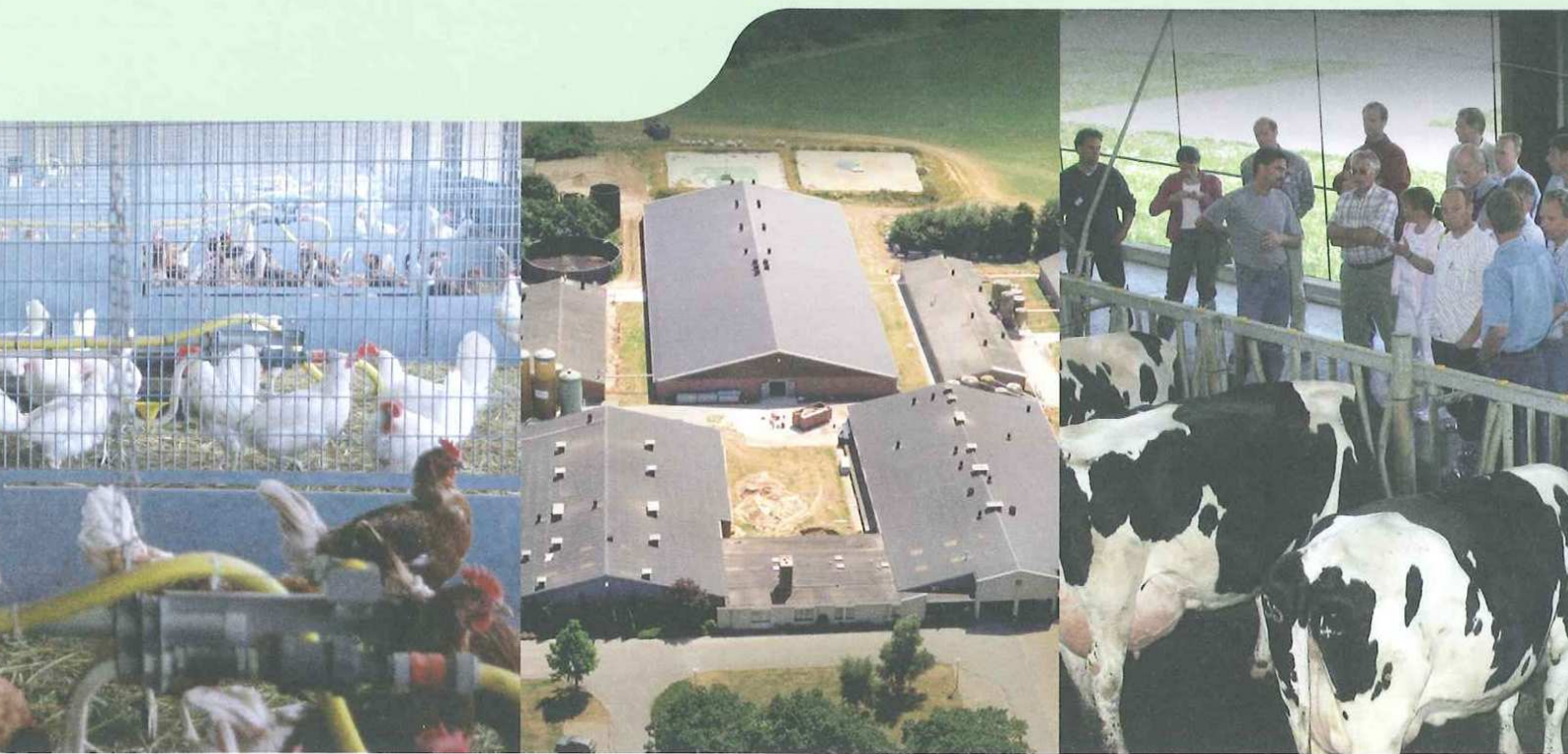
- Gebruik van dierlijk eiwit (dierlijk bloedplasma) leidt bij pasgespeende biggen tot een betere darmgezondheid, productiviteit en immunocompetentie in vergelijking met voeders met uitsluitend plantaardige grondstoffen.
- De productiviteit van vleesvarkens die voeders kregen met dierlijke eiwitbronnen was niet consistent beter dan van vleesvarkens die voeders kregen met uitsluitend plantaardige eiwitbronnen.
- Van veel pluimveehouders mag het verbod op het gebruik van diermeel in pluimveevoeders worden opgeheven zodat het mogelijk is om deze waardevolle grondstof opnieuw te gebruiken in de voersamenstelling. Varkenshouders geven dit signaal minder.
- Volgens veel nutritionisten van mengvoederbedrijven zijn de mengvoederbedrijven in staat gebleken om na het diermeelverbod en het verbod op antimicrobiële groeibevorderaars goede voeders te maken met uitsluitend plantaardige eiwitbronnen.
- Dierlijk eiwit is volgens nutritionisten van mengvoederbedrijven een waardevolle aanvulling in het assortiment grondstoffen waaruit men kan kiezen om eiwitrijke voeders te maken.

Literatuur

- Anonymous. 2006. Mogelijkheden tot versoepeling van het verbod op het hergebruik van dierlijke eiwitten. Advies RDA 2006/3. Mei 2006. Raad voor Dierenaangelegenheden.
- Anonymous. 2007. Pleidooi: diermeel terug. Pluimveehouderij actueel. Week 41.
- Apple, J.K., Boger, C.B., Brown, D.C., Maxwell, C.V., Friesen, K.G., Roberts, W.J., Johnson, Z.B. 2003. Effect of feather meal on live animal performance and carcass quality and composition of growing-finishing swine. *Journal of Animal Science* 81: 172-181.
- Bielorai, R.Z., Harduf, Z., Iosif, B., Aluot, E. 1983. Apparent amino acid absorption from feather meal by chicks. *British Journal of Nutrition* 49: 395-399.
- Bozkurt, M., Alçiçek, A., Çabuk, M. 2004. The effect of dietary inclusion of meat and bone meal on the performance of laying hens at old age. *South African Journal of Animal Science* 34(1): 31-36.
- Chiba, L.I., Ivey, H.W., Cummins, K.A., Gamble, B.E. 1995. Effects of hydrolyzed feather meal as a source of extra dietary nitrogen on growth performance and carcass traits of finisher pigs. *Animal Feed Science Technology* 53: 1-16.
- Coffey, R.D., Cromwell, G.L. 1995. The impact of environment and antimicrobial agents on the growth response of early weaned pigs to spray-dried porcine plasma. *Journal of Animal Science* 73: 2532-2539.
- Corl, B.A., Harrell, R.J., Moon, H.K., Phillips, O., Weaver, E.M., Campbell, J.M., Arthington, J.D., Odle, J. 2007. Effect of animal plasma proteins on intestinal damage and recovery of neonatal pigs infected with rotavirus. *Journal of Nutritional Biochemistry* 18: 778-784.
- Cromwell, G.L., Stahly, T.S., Moneque, H.J. 1991. Amino acid supplementation of meat meal in lysine-fortified, corn-based diets for growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science* 69: 4898-4906.
- Darragh, A.J., Moughan, P.J. 1998. The composition of colostrum and milk. In: Verstegen, M.W.A., Moughan, P.J., Schrama, J.W. (Eds.), *The Lactating Sow*. Wageningen Pers, Wageningen, pp. 3-21.
- De Rodas, B.Z., Sohn, K.S., Maxwell, C.V., Spicer, L.J., 1995. Plasma protein for pigs weaned at 19 to 24 days of age. Effect on performance and plasma insulin-like growth factor-I, growth hormone, insulin and glucose concentrations. *Journal of Animal Science* 73: 3657-3665.
- Drew, M.D., Owen, B.D. 1988. The provision of passive immunity to colostrum-deprived piglets by bovine or porcine serum immunoglobulins. *Canadian Journal of Animal Science*. 68: 1277-1284.
- Elferink, E.V. 2009. Meat, Milk and Eggs: Analysis of animal food environment relations. Proefschrift. Rijksuniversiteit Groningen. pp 101.
- Eichner, G., Vieira, S.L., Torres, C.A., Coneglian, J.L.B., Freitas, D.M., Oyarzabal, O.A. 2007. Litter Moisture and Footpad Dermatitis as Affected by Diets Formulated on an All-Vegetable Basis or Having the Inclusion of Poultry By-Product. *Journal of Applied Poultry Research* 16: 344-350.
- Everts, H., Van Beers-Schreurs, H.M.G., Vellenga, L. 1999. Diet in relation to weaning problems in piglets. *Tijdschrift Diergeneeskunde* 124: 44-47.
- Farm Animal Welfare Council. 1997. Report on the welfare of laying hens. Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. HMSO. London. UK.
- Gatnau, R. 1990. Spray dried porcine plasma as a source of protein and immunoglobulins for weanling pigs. M.Sc. Thesis, Iowa State University, IA, USA.
- Goldstein, L.E., Rasmusson, A.M., Bunney, B.S., Roth, R.H. 1994. The Nmda glycine site antagonist (+)-Ha-966 selectively regulates conditioned stress-induced metabolic activation of the mesoprefrontal cortical dopamine but not serotonin systems – a behavioural, neuroendocrine, and neurochemical study in the rat. *Journal of Neuroscience* 14: 4937-4950.
- Gomez, G.G., Phillips, O., Goforth, R.A., 1998. Effect of immunoglobulin source on survival, growth, and haematological and immunological variables in pigs. *Journal of Animal Science* 76: 1-7.
- Hadorn, R., Gloor, A., Wiedmer, H. 1999. Exclusion of animal proteins from layer diets. 12th European Symposium on Poultry Nutrition. Veldhoven. The Netherlands. pp. 349-351.
- Hadorn, R., Wiedmer, H., Gloor, A. 1998. Legehennenfutter mit und ohne tierische Eiweissträger. *Agrarforschung* 5(9): 409-412.
- Jongbloed, A.W., Kemme, P.A. 2002. Phosphorus supply to pigs without products of animal origin. *Lohmann Information Intern*. 27: 3-9.
- King, M.R., Morel, P.C.H., Pluske, J.R., Hendriks, W.H. 2008. A comparison of the effects of dietary spray-dried bovine colostrum and animal plasma on growth and intestinal histology in weaner pigs. *Livestock Science* 119: 167-173.
- Knabe, D.A., La Rue, D.C., Gregg, E.J., Martinez, G.M., Tanksley, T.D. 1989. Apparent digestibility of nitrogen and amino acids in protein feedstuffs by growing pigs. *Journal of Animal Science* 67: 441-458.

- Lallès, J.P., Bosi, P., Janczyk, P., Koopmans, S.J., Torrallardona, D. 2009. Impact of bioactive substances on the gastrointestinal tract and performance of weaned piglets: a review. *Animal* 3(12): 1625-1643.
- Lettner, F., Wetscherek, W., Bickel, S. 2001. Meat meal for growing-finishing pigs. *Die Bodenkultur* 52(3): 247-253.
- Leitgeb, R., Oberrauch, P., Baumann, F., Wetscherek, W. 1998. Use of meat and bone meal in broiler diets. *Die Bodenkultur* 49(3): 193-199.
- Makkink, C.A., Negulescu, G.P., Qin, G.X., Verstegen, M.W.A. 1994. Effect of dietary protein source on feed intake, growth, pancreatic enzyme activities and jejunal morphology in newly-weaned piglets. *British Journal of Nutrition* 72: 353-368.
- McKeegan, D.E.F., Savory, C.J., MacLeod, M.G., Mitchell, M.A. 2001. Development of pecking damage in layer pullets in relation to dietary protein source. *British Poultry Science* 42(1): 33-42.
- Morel, P.C.H., Janz, J.A.M., Zou, M., Purchas, R.W., Hendriks, W.H., Wilkinson, B.H.P. 2008. The influence of diets supplemented with conjugated linoleic acid, selenium, and vitamin E, with or without animal protein, on the composition of pork from female pigs. *Journal of Animal Science* 86: 1145-1155.
- Nabuurs, M.J.A., van Zijderveld, F.G., de Leeuw, P.W., 1993. Clinical and microbiological field studies in the Netherlands of diarrhoea in pigs at weaning. *Research in Veterinary Science* 55: 70-77.
- Nabuurs, M.J.A. 1998. Weaning piglets as a model for studying pathophysiology of diarrhoea. *Veterinary Quarterly* 20: 42-45.
- Pluske, J.R., Hampson, D.J., Williams, I.H. 1997. Factors influencing the structure and function of the small intestine in the weaned pig, a review. *Livestock Production Science* 51: 215-236.
- Pos, J. 2001. Een kwantitatieve analyse van de gevolgen van het Europese diermeelverbod voor de Nederlandse pluimveesector (Gevolgen voor voersamenstelling en nutriëntenstromen). Rapport 78-04-06-665-090. Wageningen Universiteit. Leerstoelgroep Diervoeding. MSc. Thesis.
- Raamsdonk, L.W.D., Meijer, G.A.L., Heres, L., Jansman, A.J.M., van der Klis, J.D., Jongbloed, A.W., van den Ban, E.C.D., Kan, C.A., 2004. Kennisscan diermeel in diervoeders. Wageningen UR, in opdracht van Ministerie LNV, directie VD.
- Richter, G. Hartung, H. 2003. Pflanzliche Rationen im Vergleich. *DGS Magazin* 1:20-24.
- Ritz, C.W., Fairchild, B.D., Lacy, M.P. 2004. Implications of Ammonia Production and Emissions from Commercial Poultry Facilities: A Review. *Journal of Applied Poultry Research* 13: 684-692.
- Rodehutscord, M, Abel, H.J., Friedt, W., Wenk, C., Flachowsky, G., Ahlgrimm, H.J., Johnke, B., Kühl, R., Breves, G. 2002. Consequences of the ban of by-products from terrestrial animals in Livestock feeding in Germany and the European Union: Alternatives, nutrient and energy cycles, plant production, and economic aspects. *Archives of Animal Nutrition* (56): 67-91.
- Saldago, P., Freire, J.P.B., Mourato, M., Cabral, F., Toullec, R., Lalles, J.P. 2002. Comparative effects of different legume protein sources in weaned piglets: Nutrient digestibility, intestinal morphology and digestive enzymes. *Livestock Production Science* 74: 191-202.
- Savory, C.J. 1995. Feather pecking and cannibalism. *World's Poultry Science Journal* 51: 215-219.
- Savory, C.J. 1998. Feather pecking damage in growing bantams is influenced by dietary tryptophan concentration but not protein source. *Supp. British Poultry Science* 39: S17-S18.
- Savory, C.J., Mann, J.S., MacLeod, M.G. 1999. Incidence of pecking damage in growing bantams in relation to food form, group size, stocking density, dietary tryptophan concentration and dietary protein source. *British Poultry Science* 40(5): 579-584.
- Savory, C.J., Wood-Gush, D.G.M., Duncan, I.J.H. 1978. Feeding behaviour in a population of domestic fowls in the wild. *Applied Animal Ethology* 4, 13-27.
- Signoret, J.P., Baldwin, B.A., Fraser, D. en Hafez, E.S.E. (1975). *The Behaviour of Swine*. In: *The Behaviour of Domestic Animals* (3rd edition). Ed. E.S.E. Hafez. p.295-329. Baillibre Tindall, London.
- Stijnen, D.A.J.M., de Bakker, E., Teeuw, J., van der Spiegel, M., de Graaff, R.P.M., Bracke, M.B.M. 2008. Diermeel in diervoeders? : een methodische discussie met stakeholders. Rapport / LEI 2008-003.
- Van Beers-Schreurs, H.M.G., Vellenga, L., Wensing, Th., Breukink, H.J. 1992. The pathogenesis of the post weaning syndrome in weaned pigs: a review. *Veterinary Quarterly* 14: 29-34.
- Van Dijk, A.J., Everts, H., Nabuurs, M.J.A., Margry, R.J.C.F., Beynen, A.C. 2001. Growth performance of weanling pigs fed spray-dried animal plasma: a review. *Livestock Production Science* 68: 263-274.
- Van Heugten, E., van Kempen, T.A.T.G. 2002. Growth performance, carcass characteristics, nutrient digestibility and fecal odorous compounds in growing-finishing pigs fed diets containing hydrolyzed feather meal. *Journal of Animal Science* 80: 171-178.

- Van Krimpen, M.M., Veldkamp, T., De Veer, R., Van Diepen, J.T.M., Binnendijk, G.P. 2009. Effect of pork meat meal in the diet on digestion, performance, feather condition and gut health status of laying hens. In: Proceedings of the 17th European Symposium on Poultry Nutrition. Edinburgh, Scotland.
- Van der Peet-Schwering, C.M.C., Binnendijk, G.P. 1995. The effect of spray-dried porcine plasma in diets with different protein sources on the performance of weanling piglets. In: Report P1.137. Praktijkonderzoek Varkenshouderij, Rosmalen.
- Vieira, S. L., Lima, I.L. 2005. Live performance, water intake and excreta characteristics of broilers fed all vegetable diets based on corn and soybean meal. *International Journal of Poultry Science* 4: 365–368.
- Wageningen UR, CVI, 2010. Aantal BSE gevallen in Nederland.
- Wellock, I.J., Houdijk, J.G.M., Miller, A.C., Gill, B.P., Kyriazakis, I. 2009. The effect of weaner diet protein content and diet quality on the long-term performance of pigs to slaughter. *Journal of Animal Science* 87: 1261-1269.



Wageningen UR Livestock Research

Edelhertweg 15, 8219 PH Lelystad T 0320 238238 F 0320 238050

E info@livestockresearch.wur.nl | www.livestockresearch.wur.nl