

Verteerbaarheid van biologisch geteelde veevoedergrondstoffen bij leghennen

bioKennis

voor biologische agroketens

M.M. van Krimpen
J.Th. van Diepen
B. Reuvekamp
J. van Harn



WAGENINGENUR
For quality of life

Colofon

In Nederland vindt het meeste onderzoek voor biologische landbouw en voeding plaats in de, voornamelijk door het ministerie van EL&I gefinancierde, cluster Biologische Landbouw. 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. Dit rapport is binnen deze context tot stand gekomen.

De resultaten van de verschillende kennisprojecten vindt u op de website www.biokennis.nl. Voor vragen en/of opmerkingen over het onderzoek aan biologische landbouw en voeding kunt u mailen naar: info@biokennis.nl. Heeft u suggesties voor onderzoek dan kunt u ook terecht bij de loketten van Bioconnect op www.bioconnect.nl of een mail naar info@bioconnect.nl.

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, onderdeel van Stichting Dienst Landbouwkundig Onderzoek, 2011

Overname van de inhoud is toegestaan, mits met duidelijke bronvermelding.

Aansprakelijkheid

Wageningen UR Livestock Research 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, 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

In two experiments, digestibility and nutritive value for laying hens of organically-grown feed raw materials was assessed. Digestibility and metabolisable energy content of the products differed considerably compared to those listed in the CVB Feedstuff Table.

Keywords

Laying hens, organic feed raw materials, digestibility, nutritive value

Referaat

ISSN 1570 - 8616

Auteur(s)

M.M. van Krimpen
J. Th. M. van Diepen
B. Reuvekamp
J. van Harn

Titel

Verteerbaarheid van biologisch geteelde veevoedergrondstoffen bij leghennen

Rapport 422

Samenvatting

Dit rapport beschrijft de verteerbaarheid en voederwaarde van biologisch geteelde grondstoffen voor leghennen, bepaald in twee experimenten. De verteerbaarheid en de metaboliseerbare energie wijken aanzienlijk af van die van gangbaar geteelde grondstoffen

Trefwoorden:

Leghennen, biologische grondstoffen, verteerbaarheid, voederwaarde



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN UR

Rapport 422

Verteerbaarheid van biologisch geteelde veevoedergrondstoffen bij leghennen

Digestibility of organic processed feed ingredients in laying hens

M.M. van Krimpen
J. Th. M. van Diepen
B. Reuvekamp
J. van Harn

Juni 2011

Dit onderzoek is uitgevoerd binnen het Beleidsondersteunend onderzoek in het kader van het EL&I programma Biologische Veehouderij, projectnummer BO-04-002-004.030

Samenvatting

Bij de optimalisatie van biologische legvoeders wordt er vanuit gegaan dat biologische grondstoffen dezelfde samenstelling en verteringscoëfficiënten hebben als de overeenkomstige gangbare grondstoffen. Dit wordt gedaan omdat er bij leghennen nauwelijks verteringsonderzoek is uitgevoerd met biologisch geteelde grondstoffen. De huidige voederwaardecijfers voor leghennen in de Veevoedertabel van het CVB (onderdeel van het Productschap Diervoeder dat zich bezighoudt met voederwaardering) zijn gebaseerd op verteringsonderzoek met volwassen hanen. Het is de vraag of het wel correct is om deze gegevens toe te passen op leghennen. In opdracht van het ministerie van EL&I en onder begeleiding van de Productwerkgroep Pluimveevlees en eieren van Bioconnect zijn daarom twee verteringsstudies uitgevoerd met biologisch geteelde grondstoffen met de leghen als doeldier. In dit verslag worden de resultaten van deze studies weergegeven.

In de eerste studie zijn naast een basisvoer zeven biologisch geteelde grondstoffen getest, namelijk tarwe, maïs, erwten, raapzaadschilfers, zonnebloemzaadschilfers, sesamzaadschilfers en getoaste sojabonen. In de tweede studie zijn twee kwaliteiten maïs, gerst, triticale, rogge, veldbonen en sojaschilfers onderzocht. Van deze grondstoffen is de fecale verteerbaarheid van de Weende analyse componenten en de aminozuren bepaald, evenals het gehalte aan omzetbare energie. De hennen waren gehuisvest in verteringskooien. De dieren hadden onbeperkt de beschikking over schoon drinkwater en voer. In deze studie is de zogenaamde indicatormethode toegepast, waarbij titaniumoxide (experiment 1) of chroom (experiment 2) als markerstof in het voer is gebruikt. Dankzij deze methode kan volstaan worden met het semi kwantitatief verzamelen van mest tijdens de hoofdperiode.

De belangrijkste conclusies zijn:

- De chemische samenstelling van de onderzochte biologische grondstoffen wijkt vaak aanzienlijk af van de gangbaar geteelde gewassen, zoals vermeld in de CVB Veevoedertabel. Het ruw eiwitgehalte van de onderzochte tarwe, maïs (exp. 1) en gerst was hoger, terwijl dat van rogge, raapzaad- en zonnebloemzaadschilfers juist lager was. Veldbonen en gerst bevatten minder zetmeel, terwijl het zetmeelgehalte in triticale en rogge hoger was. Alle onderzochte schilfers waren veel vetrijker dan de gangbaar geteelde varianten. Bij het samenstellen van biologische voeders kan dus niet uitgegaan worden van de vermelde gehalten van de grondstoffen in de CVB Veevoedertabel.
- De fecale verteerbaarheid van de onderzochte biologische grondstoffen wijkt vaak aanzienlijk af van de gangbaar geteelde gewassen. De vetverteerbaarheid van erwten, gerst, raapzaad- en zonnebloemzaadschilfers was hoger dan de gangbaar geteelde gewassen, terwijl vet in rogge slechter verteerde. De verteerbaarheid van ruw eiwit was bij tarwe, erwten, maïs (goed en matig; exp. 2) en rogge ongunstiger dan bij gangbaar geteelde gewassen, terwijl eiwit in sesam- en sojaschilfers juist beter verteerde.
- Als gevolg van de afwijkingen in zowel de chemische samenstelling als de verteerbaarheid wijkt ook de energiewaarde van de biologische grondstoffen af van de tabelwaarden voor gangbaar geteelde varianten. De OE van erwten was 5,0 MJ/kg lager, terwijl die van sojaschilfers 1,7 MJ/kg hoger was in vergelijking met de waarden in de CVB Veevoedertabel.
- De verteerbaarheid van de in experiment 2 onderzochte 'matige' maïs wijkt enigszins af van die van 'goede' maïs, wat uiteindelijk resulteert in een iets lagere OE-waarde (13,30 vs. 13,57 MJ/kg). De lage OE-waarde van de maïs uit exp. 1 (11,6 MJ/kg) lijkt samen te hangen met het lage zetmeelgehalte in deze batch.
- Zowel de verteerbaarheid als de OE-waarde van de in experiment 1 onderzochte grondstoffen tarwe, maïs, erwten, sesamschilfers en getoaste sojabonen zijn aanzienlijk lager dan de waarden vanuit de Veevoedertabel. Voor maïs kan dit verschil grotendeels verklaard worden vanuit het zetmeelgehalte. Bij de andere grondstoffen hebben we geen objectieve referenties. Per biologische grondstof zouden daarom minstens 3 verteringsstudies uitgevoerd moeten worden om goed in te kunnen schatten of deze lagere verteerbaarheden structureel zijn of als uitbijter beschouwd moeten worden.

Praktijktoeepassing

Deze studie toont aan dat de huidige voederwaardecijfers in de Veevoedertabel van het CVB in veel gevallen niet representatief zijn voor biologische leghennen. Voor triticale en veldbonen zijn overigens helemaal geen tabelwaarden voor leghennen beschikbaar. De resultaten van deze grondstoffen in de huidige studie zijn daarmee echt uniek. Ten opzichte van de CVB Veevoedertabel waren er relatief geringe afwijkingen in verteerbaarheid en voederwaarde bij de biologisch geteelde grondstoffen: gerst,

zonnebloemzaadschilfers en 'goede' en 'matige' maïs. De verteerbaarheid en voederwaarde van biologisch geteelde tarwe, erwten, sesamschilfers, getoaste sojabonen en rogge waren duidelijk slechter, terwijl deze bij biologisch geteelde raapzaadschilfers en sojaschilfers duidelijk beter waren. Op basis van de actuele chemische samenstelling van biologische grondstoffen en op basis van de verteerbaarheid van hun nutriënten, zoals vastgesteld in deze studie, kan de voederwaarde van deze grondstoffen in de praktijk nu goed geschat worden. Deze kennis maakt het mogelijk om goed uitgebalanceerde voeders samen te stellen die nauw aansluiten bij de behoeften van biologisch gehouden leghennen. Een goede balans in voersamenstelling is bevorderlijk voor het handhaven of verbeteren van dierprestaties, diergezondheid en milieuexcreties.

Summary

During optimizing of organic layer diets, nutritionists often assume that the chemical composition and digestibility of the organic raw materials are comparable with the conventional produced raw materials. Until now, hardly any digestibility studies with organic raw materials in laying hens have been performed. Furthermore, the current nutritional values for laying hens in the Dutch CVB Feeding Table are based on outdated digestibility studies with adult roosters. It can be questioned whether these values might be applied on modern (organic) laying hens. Therefore, on request of the Dutch Ministry of Agriculture, and conducted by the product working group Poultry meat and eggs of Bioconnect, two digestibility studies with organic layer diets were performed. The results of these studies are showed in this report.

In the first experiment, besides a basal diet, seven different organic diets are included in this experiment to determine the digestibility of wheat, maize, peas, rape seed expeller, sunflower seed expeller, sesame seed expeller, and heat treated soybean meal. In the second experiment, two qualities of corn (moderate and good), barley, triticale, rye, vicia faba and soy bean meal expeller are investigated. In these raw materials, faecal digestibility of organic and inorganic mater, crude protein, crude fat, crude fibre, gross energy and amino acids were determined. Hens were housed in digestibility cages. The hens had ad libitum access to feed and water. In this experiment, the indicator method was used, whereas titanium oxide (experiment 1) or chromium oxide was used as a marker. Manure was collected semi quantitatively over four days (collection of manure 2 times per day) during the main period.

The most important conclusions were as follows:

- The chemical composition of the tested organic raw materials often differed considerably from the conventional produced crops, as stated in the Dutch CVB Table. In wheat, corn (experiment 1), and barley, crude protein content was higher, but in contrast lower in rape seed expeller and sunflower seed expeller, compared to the conventional raw materials. Compared to CVB values, Starch content was reduced in vicia faba and barley, but increased in triticale and rye. All tested expellers contained much more fat compared to the conventional crops. These differences indicate that CVB values are not representative for organic ingredients, and therefore, these values should not be used for optimizing organic diets.
- Faecal digestibility of the tested organic raw materials in most cases differed remarkably from the conventional variant. Fat digestibility coefficients of the organic produced peas, barley, rape seed expeller, and sunflower seed expeller were higher compared to the conventional produced crops, whereas fat digestibility in organic rye was reduced. Digestibility of crude protein was reduced in organic wheat, peas, corn (moderate and good, exp. 2), and rye, compared to the values of the conventional ingredients, whereas protein digestibility was increased in organic sesame seed expeller and soy bean meal expeller.
- As a result of the differences in chemical composition and digestibility, also the metabolisable energy content differed from the conventional crops. MEn content of organic peas was reduced by 5.0 MJ/kg compared to the value in the CVB Table, whereas the MEn content of organic soy bean meal expeller was increased by 1.7 MJ/kg higher.
- Digestibility of the moderate corn differed slightly from the good corn (both in exp. 2), resulting in a somewhat lower MEn content (13.30 vs. 13.57 MJ/kg). The low MEn content of the tested corn in exp. 1 seems to be related to with the low starch content of this batch.
- Digestibility coefficients and MEn contents of some raw materials in exp. 1 (wheat, corn, peas, sesame seed expeller, and heat treated soy bean meal) differed significantly from the CVB Table values. In case of corn, these differences might be related to the starch content. For the other ingredients, no references are available. Therefore, it is recommended to perform at least 3 digestibility studies per ingredient. This makes it able to assess lower digestibility coefficients as valid values or as outliers.

Practical implications

This study confirms that the values of the Dutch CVB Table often could not be used for organic laying hens. In this Table, however, the values for triticale and vicia faba are lacking. By that, the results of these ingredients in the current study are really unique. Compared to the Dutch CVB Table, only slightly differences in digestibility coefficients and MEn values were observed for organic produced barley, sunflower seed expeller, and corn (moderate and good quality). Digestibility coefficients and energy contents were considerably reduced in organic wheat, peas, sesame seed expeller, heat treated soy bean meal en rye, whereas these values were clearly improved in organic rape seed

expeller and soy bean meal expeller. Based on the determined chemical composition of the organic produced ingredients, and based on the digestibility coefficients as presented in this report, the nutritional value of organic raw materials can be estimated appropriately in practice. This knowledge allows nutritionist to optimize well balanced diets that closely fit to the requirements of organic housed laying hens. A correct balance in diet composition is beneficial to maintaining or improving performance, health status and environmental excretions of these hens.

Inhoudsopgave

Samenvatting

Summary

1	Inleiding	1
2	Materiaal en methoden	2
2.1	Dieren en huisvesting.....	2
2.2	Metingen en perioden	3
2.3	Voeders en voermethoden.....	3
2.4	Metingen	6
3	Resultaten	8
3.1	Algemeen verloop van de experimenten	8
3.2	Samenstelling van de grondstoffen en complete voeders	8
3.3	Verteerbaarheid van de voeders.....	15
3.4	Verteerbaarheid van de grondstoffen	16
4	Discussie	23
5	Conclusies	25
	Literatuur	26
	Bijlagen	27
	Bijlage 1 Overzicht van de gebruikte analysemethoden	27

1 Inleiding

Bij de optimalisatie van biologische legvoeders gaat men er in het algemeen vanuit dat biologische grondstoffen dezelfde samenstelling en verteringscoëfficiënten hebben als de overeenkomstige gangbare grondstoffen. Dit wordt gedaan omdat bij leghennen nauwelijks verteringsonderzoek is uitgevoerd met biologische grondstoffen. Als gevolg van verschillen in teeltwijze, bemestingsregimes, rassenkeuze en gehalten aan anti nutritionele factoren (ANF's) zouden de veronderstelde energiewaarde (OE) en de fecaal verteerbare nutriënten van biologische grondstoffen echter kunnen afwijken van de waarden van gangbaar geteelde voeders. Op dit moment is echter niet duidelijk hoe groot deze afwijkingen zijn. Daarnaast worden in de biologische houderij grondstoffen gebruikt die in de gangbare houderij niet of nauwelijks gebruikt worden. Van deze grondstoffen zijn meestal geen voederwaardecijfers bekend. Voorbeelden hiervan zijn veldbonen en sesamschilfers. Vaak wordt voor de waardering van deze grondstoffen gebruik gemaakt van vergelijkbare grondstoffen, waarvan de voederwaardecijfers wel bekend zijn. Door het ontbreken van de juiste kennis is het niet altijd goed mogelijk om een uitgebalanceerd rantsoen voor biologisch gehouden leghennen samen te stellen. Een ander aspect is dat de huidige voederwaardecijfers voor leghennen in de Veevoedertabel zijn gebaseerd op verteringsonderzoek met volwassen hanen. Het is de vraag of het wel correct is om deze gegevens toe te passen op leghennen. In de huidige studie is de leghen daarom zelf als doeldier gebruikt, waarbij het (concept-)protocol van het CVB voor verteringsonderzoek bij leghennen zoveel mogelijk is gevolgd.

Het verstrekken van een rantsoen met nutritionele tekorten leidt tot slechtere legprestaties van leghennen. Een belangrijke basis voor goed biologisch leghennenvoer is een juiste inschatting van de voederwaarde van de gebruikte grondstoffen. De mengvoerindustrie heeft aangegeven veel behoefte te hebben aan verteringsonderzoek met biologische grondstoffen zodat de biologische voeders goed en nauwkeurig geoptimaliseerd kunnen worden. Daarom zijn in opdracht van het Ministerie van EL&I twee verteringsstudies met leghennen uitgevoerd, waarin in totaal 14 biologisch geteelde grondstoffen zijn beproefd. In dit verslag worden de resultaten van deze twee studies weergegeven. In het eerste experiment is de verteerbaarheid bepaald van tarwe, maïs, erwten, raapzaadschilfers, zonnebloemzaadschilfers, sesamzaadschilfers en getoaste sojabonen. In het tweede experiment is de verteerbaarheid van twee kwaliteiten maïs, gerst, triticale, rogge, veldbonen en sojaschilfers gemeten. Van deze grondstoffen is de fecale verteerbaarheid van de Weende componenten, de aminozuren en omzetbare energie (OE) bepaald. Deze experimenten omvatten de meest gebruikte grondstoffen in biologisch legvoer.

2 Materiaal en methoden

De uitvoering van deze experimenten is zoveel mogelijk afgestemd op het (concept-)protocol voor verteringsonderzoek bij leghennen, zoals opgesteld zijn door het CVB (2009). Dit maakt het mogelijk om de uitkomsten van deze studie te gebruiken voor het eventueel aanpassen van de waarden in de Veevoedertabel (CVB, 2009).

2.1 Dieren en huisvesting

Bij aanvang van experiment 1 zijn 234 22-weekse hennen (Lohmann Brown) aangevoerd naar afdeling 26 van de Pluimveestal (stal 161) aan de Runderweg te Lelystad. De hennen hadden bij aankomst een gemiddeld gewicht van 1513 g (\pm 43 g). De snavels van de hennen waren behandeld om zo de kans op beschadiging van eieren en verenpikkerij tegen te gaan. De hennen zijn bij aankomst in verteringskooien geplaatst. De hennen kwamen zeer langzaam in productie, zodat de voorperiode pas op 29 weken leeftijd van start ging. De leverancier van de hennen leek geen representatieve dieren te hebben geleverd. Op basis van de ontwikkeling van de dieren (kam, lichaamsgewicht) bestond ook het vermoeden dat een deel van de dieren jonger was dan de aangegeven leeftijd van 22 weken. Volgens het protocol mocht een kooi meegenomen worden in het onderzoek als de dieren uit deze kooi in de 10 dagen voorafgaand aan de voorperiode een gemiddeld legpercentage van minimaal 85% behaalden. Kooien met de laagste producties zijn omgewisseld met dieren uit de reservekooien. De norm van minimaal 85% productie is uiteindelijk niet volledig gehaald. Tijdens de laatste 10 dagen van de adaptatiefase bedroeg het legpercentage van de kooien die geselecteerd waren voor het eigenlijke verteringsonderzoek 78,4% (\pm 7,2). In het onderzoek werden acht voeders vergeleken. Elke behandeling werd viermaal herhaald, zodat in totaal 192 leghennen (acht behandelingen x vier kooien x zes dieren/kooi) voor het verteringsonderzoek zijn ingezet.

Bij aanvang van experiment 2 zijn 234 17-weekse hennen (Lohmann Brown) met behandelde snavels aangevoerd naar afdeling 6 van de Pluimveestal (stal 161) aan de Runderweg te Lelystad. De productieontwikkeling van deze hennen had een normaal verloop. Het legpercentage tijdens de voorperiode was gemiddeld 94,2% (\pm 3,9%). Op 24 weken leeftijd zijn deze hennen ingedeeld naar behandeling, waarbij ze een gemiddeld gewicht hadden van 1817 g (\pm 34 g). In overeenstemming met het CVB verteringsprotocol is de verteerbaarheid van het basisvoer bij zes kooien gemeten, terwijl de verteerbaarheid van de onderzochte grondstoffen bij vier kooien is bepaald. In totaal zijn in dit experiment dus 204 leghennen (acht behandelingen x vier kooien x zes dieren/kooi + twee extra kooien voor het basisvoer) voor het verteringsonderzoek ingezet. De voeders zijn over de kooien en etages verlost.

De hennen waren gehuisvest in verteringskooien (65 x 75 cm vloeroppervlak). Deze kooien hadden een getraliede kooibodem met daaronder een mestplaat voor het opvangen van de mest. De bodem van de balanskooi was hellend, zodat de eieren naar een opvangband buiten de kooi rolden. Hierdoor was de kans dat er eieren op de mestplaat zouden komen minimaal. De dieren hadden onbeperkt de beschikking over schoon drinkwater en voer. De constructie van de voerbak was zodanig dat er vrijwel geen voervermorsing kon optreden. In elke balanskooi waren twee drinknippels aanwezig. De verteringskooien hadden een 3-etage opstelling en de behandelingen waren over de verschillende etages verlost.

Temperatuur en ventilatie werden computermatig geregeld. De ruimtetemperatuur in de stal was ingesteld op 20 °C. Een constante temperatuur was van belang, omdat de temperatuur van invloed is op de onderhoudsbehoefte van het dier. De streefwaarde van de relatieve vochtigheid was 55%.

Vanaf aankomst kregen de hennen een lichtschema van 16 uur licht en 8 uur donker. Vanaf 3 dagen vóór overschakeling naar de hoofdperiode tot het einde van het experiment kregen de dieren een intermitterend lichtschema, waarbij de constante lichtperiode vervangen werd door 15 minuten licht gevolgd door 45 minuten donker. Dit in het CVB-protocol voorgeschreven lichtschema bevordert een gelijkmatige voeropname van de hennen gedurende de lichtperiode. Tijdens werkzaamheden in de afdeling was het toegestaan om het licht continu te laten branden. De lichtintensiteit was 20 lux.

2.2 Metingen en perioden

Experiment 1 werd uitgevoerd in de periode van 15-6-2007 tot 17-8-2007 en experiment 2 in de periode van 12 januari 2009 tot 29 maart 2009. De experimenten bestonden uit drie fasen; een adaptatiefase, een voorperiode en een hoofdperiode. In de adaptatiefase kregen de hennen een standaard legmeel verstrekt. Tijdens deze fase werd de productie van de hennen gevolgd. Deze fase werd in principe afgesloten op het moment dat voldaan werd aan het criterium van minimaal 85% legpercentage, maar dit criterium is in de eerste proef niet gehaald. Aan het einde van de adaptatiefase werden kooien definitief ingedeeld naar behandeling. Tijdens de voorperiode, die 2 weken duurde, werden de hennen overgeschakeld op het proefvoer. De overschakeling verliep geleidelijk, waarbij na 3 dagen 100% proefvoer werd verstrekt. Tijdens de hoofdperiode, die 4 dagen duurde, vond het eigenlijke verteringsonderzoek plaats. In deze periode werd het voerverbruik exact bijgehouden en werd tweemaal daags mest verzameld.

2.3 Voeders en voermethoden

Het basisvoer werd zodanig samengesteld dat aan de voorwaarden van het CVB-protocol (2009) voldaan werd. De te onderzoeken grondstoffen zijn gekozen op basis van overleg binnen de productwerkgroep Pluimveevlees & Eieren van Bioconnect. In het eerste experiment is gekozen voor de grondstoffen: tarwe, maïs, erwten, raapzaadschilfers, zonnebloemzaadschilfers, sesamschilfers en getoaste sojabonen. Uit dit experiment bleek dat de verteerbaarheid van de onderzochte kwaliteit maïs veel lager uitkwam dan verwacht. Gezien het belang van deze grondstof voor de legsector is in overleg met de werkgroep besloten om maïs in het tweede experiment nog eens te onderzoeken. Om meer inzicht in de variatie in de verteerbaarheid van maïs te krijgen is uiteindelijk besloten om in experiment 2 zowel een 'goede' als 'matige' kwaliteit maïs te onderzoeken. De goede kwaliteit maïs bevatte uiteindelijk 614 g/kg zetmeel en de matige kwaliteit 591 g/kg.

Al de onderzochte grondstoffen waren biologisch geteeld. Rekening houdend met eventuele verteringsfysiologische problemen en het CVB-protocol (2007) werden maximale verwerkingspercentages van 300 tot 500 g/kg van de grondstof in het rantsoen opgenomen. Circa 10% van elk voer bestond uit mineralen, vitaminen en vrije aminozuren. Daar waar nodig werden de vrije aminozuren lysine, methionine, threonine en tryptofaan toegevoegd om aan minimaal 80% van de behoeftenormen voor aminozuren te voldoen. In experiment 1 is titaniumoxide gebruikt als indicator en in experiment 2 chroomoxide (Cr_2O_3). De dosering van titaniumoxide (TiO_2) was 1 kg/ton. Uit de menglijsten is gebleken dat deze dosering ook exact was toegediend. Theoretisch zouden de voeders 648 mg zuiver titanium moeten bevatten. De chemische analyses gaven echter aan dat het titaniumgehalte in de voeders weliswaar uniform was, maar dat het absolute niveau hoger was dan de berekende waarde (747 ± 14 mg). Het uniforme patroon van de analyses was een bevestiging van de nauwkeurige dosering en menging van de titaniumoxide. Het hogere absolute niveau werd toegeschreven aan de meetmethodiek in het lab. Alles overwegende is er daarom voor gekozen om bij de berekeningen uit te gaan van de berekende titaniumgehalten in de voeders.

Alle afzonderlijke grondstoffen waren afkomstig van één partij. De voeders werden gemaakt in de proefvoerbak van Research Diet Services BV te Wijk bij Duurstede. De grondstoffen werden gemalen over een 3 mm zeef en volgens de opgegeven receptuur gemengd. Alle voeders werden in meelvorm verstrekt. Omdat tarwe in experiment 1 geselecteerd was als testgrondstof was ervoor gekozen om geen tarwe in het basisvoer op te nemen. Het basisvoer was toen gebaseerd op maïs en sojaschroot. Om beter aan te sluiten bij een praktijkvoer, was in experiment 2 naast deze twee grondstoffen ook nog tarwe opgenomen in het basisvoer. In de proefvoeders met maïs en tarwe is een deel van het basisvoer vervangen door respectievelijk maïs en tarwe. In het maïsrijke voer in experiment 1 behoorde 400 g/kg maïs van de ongeveer 750 g/kg tot het basisvoer, terwijl de overige 350 g/kg maïs als testgrondstof was toegevoegd. In het voer met 'goede' maïs in experiment 2 behoorde 220 g/kg maïs van de ongeveer 620 g/kg tot het basisvoer, terwijl de overige 400 g/kg maïs als testgrondstof was toegevoegd. Om te voorkomen dat de voeders teveel ruw eiwit zouden bevatten, is in de proefvoeders met eiwitrijke grondstoffen (erwten, raapzaadschilfers, zonnepitschilfers, sesamschilfers, getoaste sojabonen en sojaschilfers) maïs als 'basisvoer' toegevoegd. Voorafgaand aan de productie van de voeders is de zuiverheid van de testgrondstoffen met microscopische analyse vastgesteld (zie par. 3.2). De samenstellingen van de proefvoeders staan in tabel 1 en 3 weergegeven en de berekende chemische samenstellingen van deze voeders in tabel 2 en 4.

Tabel 1 Samenstelling van de proefvoerders (g/kg) van experiment 1

Proefvoer	Tarwe	Maïs	Erwten	Raapz. schilfers	Zonnebl. z.schilfers	Sesamz. schilfers	Sojabonen Getoast	Basis voer
Grondstof	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)	(g/kg)
Sojaschr. Rc<50	102,3	142,5						234,1
Tarwe	500,0							
Maïs	287,8	746,9	389,7	499,4	442,0	601,4	591,9	658,2
Erwten			500,0					
Raapzaadschilfers				400,0				
Zonnebl.z.schilfers					450,0			
Sesam z.schilfers						300,0		
Getoaste sojabonen							300,0	
Kalksteentjes	30,6	30,4	30,8	29,3	29,9	26,5	30,3	30,3
Krijt	60,9	60,8	61,5	58,6	59,9	53,2	60,8	60,8
Monocalciumfosfaat	6,6	7,2	5,4	2,5	5,6	5,6	6,3	6,2
Zout	4,2	4,3	4,2	4,2	4,1	4,3	4,3	4,3
Leg premix 0,5% ^a	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Titaniumoxide	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
L-Lysine HCl	1,1	0,9			2,4	3,0		
DL-Methionine	0,5	0,9	1,9		0,1		0,4	0,1
L-Threonine			0,1					
L-Tryptofaan		0,1	0,4					

^a De premix bevatte per kg de volgende nutriënten: vitamine A, 2.400.000 IU; vitamine D₃, 480.000 IU; vitamine E, 8.000 mg; vitamine B1, 960 mg; vitamine B2, 2.400 mg; d-panthotheen zuur, 3.200 mg; niacinamide, 9.600 mg; vitamine B6, 1.120 mg; folium zuur, 360 mg; vitamine B12, 5.000 µg; vitamine C, 20.000 mg; biotine, 20 mg; vitamine K3, 960 mg; choline chloride 60.000 mg; koper, 1.600 mg (als CuSO₄·5H₂O), ijzer, 13.000 mg (als FeSO₄·7H₂O); mangaan 13.000 mg (als MnO₂); zink, 10.000 mg (als ZnSO₄); cobalt, 80 mg (als CoSO₄·7H₂O); jodium, 200 mg (als KI); selenium, 80 mg (als Na₂SeO₃·5H₂O).

Tabel 2 Berekende chemische samenstelling van de complete proefvoerders (g/kg) van experiment 1

Proefvoer		Tarwe	Maïs	Erwten	Raapz. schilfers	Zonnebl. z.schilfers	Sesamz. schilfers	Sojabonen Getoast	Basis voer
Droge stof	g/kg	888	887	885	897	902	898	903	888
As	g/kg	121	122	121	130	134	135	125	126
Ruw eiwit	g/kg	139	130	136	158	145	183	159	165
Ruw vet	g/kg	25	37	25	57	67	60	90	35
Ruwe celstof	g/kg	22	22	35	58	120	31	31	23
Zetmeel	g/kg	459	457	431	314	273	368	363	404
Suiker	g/kg	27	22	26	47	26	14	32	30
Calcium	g/kg	36	36	36	36	36	36	36	36
Fosfor	g/kg	4,5	4,6	4,7	6,3	5,9	5,6	4,7	4,7
Opn. Fosfor	g/kg	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3
Kalium	g/kg	5,4	5,8	6,3	6,5	7,3	4,8	7,6	7,6
Natrium	g/kg	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7	1,7
Chloor	g/kg	3,1	3,2	3,0	2,8	3,1	3,5	2,9	3,0
dEB	meq/kg	125	132	151	161	172	99	184	184
OE_Leghen	MJ/kg	11,60	11,90	11,24	10,68	9,61	11,79	13,34	11,51
LYS	g/kg	6,4	6,7	8,2	7,6	6,7	7,1	8,3	8,5
M+C	g/kg	5,4	5,4	5,8	7,0	5,7	8,1	5,6	5,6
vLYSpl	g/kg	5,5	5,5	6,4	5,9	5,5	5,5	6,7	7,0
vMETpl	g/kg	2,5	2,8	3,1	2,7	2,7	4,2	2,6	2,4
vM+Cpl	g/kg	4,7	4,7	4,7	5,4	4,7	7,1	4,7	4,7
vTHR	g/kg	3,9	4,1	3,7	5,1	4,3	5,5	5,0	5,3
vTRP	g/kg	1,3	1,2	1,2	1,4	1,3	1,7	1,5	1,6
vILE	g/kg	4,5	4,5	4,1	4,8	4,5	5,5	5,6	6,0
vVALpl	g/kg	5,3	5,4	4,7	6,2	5,9	7,5	6,4	6,9
Linolzuur	g/kg	8,9	15,0	9,1	15,5	30,0	22,3	40,2	13,9

Tabel 3 Samenstelling van de proefvoerders (g/kg) van experiment 2

	Basisvoer	Maïs (goed)	Maïs (matig)	Gerst	Triticale	Rogge	Veldbonen	Soja-schilfers
Maïsglutenmeel	284,7	155,7	155,7	158,8	159,3	158,7	209,0	
Tarwe	200,0	109,3	109,3	111,5	111,9	111,6	146,7	
Maïs (goed)	400,0	618,7	218,7	223,0	223,7	222,9	293,6	506,7
Maïs (matig)			400,0					
Gerst				400,0				
Triticale					400,0			
Rogge						400,0		
Veldbonen							250,0	
Sojaschilfers								400,0
Kalksteentjes	28,8	28,5	28,5	26,8	26,3	26,7	27,0	25,4
Krijt (fijn gemalen)	57,5	56,9	56,9	53,6	52,6	53,3	54,0	50,8
MCP	11,0	11,8	11,8	9,5	9,2	9,7	9,1	6,7
Zout	1,6	0,5	0,5	0,5	1,6	0,6	2,4	2,7
Kaliumcarbonaat	4,7	3,7	3,7	2,5	3,5	2,9		
Natriumbicarbonaat	3,2	5,0	5,0	4,8	3,3	4,7	2,2	1,7
Leghennen premix ^a	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Chroomoxide	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
maïszetmeel								
L-Lysine HCl	2,5	3,7	3,7	2,9	2,6	2,8		
L-Tryptofaan		0,2	0,2	0,1		0,1		

^a De premix bevatte per kg de volgende nutriënten: vitamine A, 2.400.000 IU; vitamine D₃, 480.000 IU; vitamine E, 8.000 mg; vitamine B1, 960 mg; vitamine B2, 2.400 mg; d-panthotheon zuur, 3.200 mg; niacinamide, 9.600 mg; vitamine B6, 1.120 mg; folium zuur, 360 mg; vitamine B12, 5.000 µg; vitamine C, 20.000 mg; biotine, 20 mg; vitamine K3, 960 mg; choline chloride 60.000 mg; koper, 1.600 mg (als CuSO₄·5H₂O); ijzer, 13.000 mg (als FeSO₄·7H₂O); mangaan 13.000 mg (als MnO₂); zink, 10.000 mg (als ZnSO₄); cobalt, 80 mg (als CoSO₄·7H₂O); jodium, 200 mg (als KI); selenium, 80 mg (als Na₂SeO₃·5H₂O).

Tabel 4 Berekende chemische samenstelling van de complete proefvoerders (g/kg) van experiment 2

		Basisvoer	Maïs (goed)	Maïs (matig)	Gerst	Triticale	Rogge	Veldbonen	Soja-schilfers
Droge stof	g/kg	8989	893	893	892	893	892	889	885
As	g/kg	119	117	117	113	110	111	112	118
Ruw eiwit	g/kg	225	159	159	162	168	166	225	210
Ruw vet	g/kg	38	38	38	32	30	28	33	60
Ruwe celstof	g/kg	17	18	18	28	18	18	32	38
Zetmeel	g/kg	406	465	465	425	454	432	394	311
Suiker	g/kg	11	11	11	16	22	32	14	39
NSP	g/kg	98	103	103	139	106	108	115	148
Ca	g/kg	34	34	34	32	31	32	32	31
P	g/kg	5,4	5,3	5,3	5,2	5,0	5,1	5,1	5,5
Opn. Fosfor	g/kg	3,0	3,0	3,0	2,8	2,8	2,8	2,8	2,7
K	g/kg	5,4	4,9	4,9	4,9	5,4	4,9	5,3	10,5
Na	g/kg	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Cl	g/kg	2,0	1,6	1,6	1,6	2,0	1,6	2,0	2,0
S-tot	g/kg	2,4	1,7	1,7	1,7	1,8	1,7	2,1	1,6
dEB	Meq/kg	150	150	150	150	150	150	150	282
OE_leghen	MJ/kg	12,7	12,6	12,6	11,8	11,6	11,7	12,0	11,4
LYS	g/kg	6,3	6,3	6,3	6,0	5,9	6,2	7,1	11,6
MET+CYS	g/kg	9,2	6,5	6,5	6,5	6,8	6,8	8,1	6,6
VLYSp	g/kg	5,4	5,4	5,4	5,0	5,0	5,0	5,8	9,7
VMETpl	g/kg	4,8	3,2	3,2	3,1	3,2	3,1	3,9	2,7
VM+Cpl	g/kg	8,3	5,7	5,7	5,6	5,9	5,6	7,1	5,4
VTHRpl	g/kg	6,4	4,4	4,4	4,4	4,5	4,3	6,4	6,5
VTRPpl	g/kg	1,1	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0	1,3	2,1
VILEpl	g/kg	7,6	5,1	5,1	5,2	5,4	5,0	7,8	7,8
VVALpl	g/kg	8,8	6,0	6,0	6,2	6,4	6,0	8,8	8,4

2.4 Metingen

De te onderzoeken grondstoffen en de proefvoerders zijn chemisch geanalyseerd op droge stof vers, luchtdroge stof, ruw eiwit, ruw vet, ruw as, ruwe celstof, zetmeel, suikers, aminozuren, titaniumoxide en bruto energie.

Aan het begin van de adaptatieperiode zijn de hennen gewogen en op basis van gewicht ingedeeld met zes hennen per verteringskooi. Gemiddeld hengewicht en spreiding van hengewicht waren per kooi vergelijkbaar. In deze fase kregen de dieren een standaard legmeel gecontroleerd ad libitum verstrekt. Dat wil zeggen dat ze zoveel voer kregen dat de bakken dagelijks zo goed als leeggegeten werden. Vanaf 22 weken leeftijd is ook dagelijks het aantal eieren (alle soorten bij elkaar) per kooi (zo goed mogelijk vanwege ontbreken van kooiafscheiding op opvangband) genoteerd om het leggen van de hennen te controleren. Bij de start van de voorperiode zijn de dieren definitief ingedeeld voor de proef. Het aan-de-leg zijn was een vereiste. Het opgang komen van de eiproduktie verliep bij de dieren uit experiment 1 erg traag, vermoedelijk omdat een deel van de dieren bij aankomst jonger was dan de opgegeven 22 weken. Na de definitieve indeling zijn de dieren volledig op het proefvoer overgeschakeld. Ook in deze fase is het voer gecontroleerd ad libitum verstrekt. Tijdens de 4 dagen durende hoofdperiode is het voerverbruik en de eiproduktie dagelijks geregistreerd.

Tijdens de hoofdperiode vond semi kwantitatieve mestverzameling plaats (tweemaal daags mest verzamelen met een interval van minimaal 8 uur gedurende een periode van 4 keer 24 uur). In deze periode is voeropname en schone mestproduktie kwantitatief per proefeenheid gemeten. Bij de start van de hoofdperiode is het aanwezige voer uit de voerbakken vervangen en is opnieuw een gewogen hoeveelheid schoon proefvoer verstrekt. De schone excretamonters zijn gebruikt voor het analyseren en vaststellen van de OE_N en de fecale verteerbaarheid van de nutriënten. In de 'natte' excreta monters is het droge stofgehalte en het N-Kjeldahl gehalte geanalyseerd. Een representatief submonster is lucht gedroogd en geanalyseerd op ruw vet, ruw as, ruwe celstof, zetmeel, suikers, aminozuren, onoplosbaar fecaal N, marker en bruto energie. Alle hierboven genoemde analyses zijn door het C&E lab in Lelystad uitgevoerd. Uitzondering hierop vormde de aminozuurbepalingen die door Masterlab zijn uitgevoerd. De toegepaste analysemethoden staan vermeld in bijlage 1.

Op basis van de chemische analyses van voeders en mestmonters is de schijnbare fecale verteerbaarheid van de nutriënten van de 8 proefrantsoenen bepaald. De verteerbaarheden van nutriënten van de complete voeders werden berekend volgens het principe van een indirecte verteringsproef, zoals beschreven in het CVB-protocol (2009). Bij een indirecte verteringsproef wordt de verteerbaarheid van het basisvoer en van de diverse proefvoerders gemeten. De proefvoerders bestaan voor een deel uit het basisvoer en voor een deel uit de testgrondstof. Het verschil in verteerbaarheid tussen het basisvoer en het proefvoer kan toegeschreven worden aan de testgrondstof.

Voor het berekenen van de verteerbaarheid van een nutriënt in een proefvoer is de volgende formule gehanteerd:

$$VC(\%) = (1 - [(Marker_{voer}/Marker_{feces} \times N_{feces}/N_{voer})]) \times 100$$

waarbij VC = verteringscoëfficiënt van nutriënt N, Marker = gehalte van de marker in voer of feces en N = gehalte van de betreffende nutriënt in feces of voer.

Voor het bepalen van de verteerbaarheid van de grondstoffen is de verschilmethode toegepast. Hiervoor werden van de verteerbare componenten uit het totale rantsoen de reeds bekende verteerbare componenten uit het basisvoer afgetrokken. Verteringscoëfficiënten zijn berekend voor:

- droge stof
- ruw as
- organische stof: 1000 – (vocht + ruw as)
- ruw eiwit
- ruw vet
- ruwe celstof

koolhydraten: 1000 - (vocht + ruw as + ruw eiwit + ruw vet)

- overige koolhydraten: 1000 – (vocht + ruw as + ruw eiwit + ruwe celstof + ruw vet)
- aminozuren
- bruto energie

De koolhydraatfractie bestaat uit zetmeel, suikers en niet-zetmeel polysacchariden (NSP).

De OE (omzetbare energie) is overeenkomstig het CVB-protocol gecorrigeerd naar een N-evenwicht van 0 (Hill en Anderson, 1958). Hiervoor is de hoeveelheid stikstofaanzet (stikstofopname minus fecale stikstofuitscheiding) vermenigvuldigd met de verbrandingswarmte van urinezuur (36,5 kJ/g) en afgetrokken van de OE.

3 Resultaten

3.1 Algemeen verloop van de experimenten

Algemeen verloop van experiment 1

In experiment 1 was het gemiddelde gewicht van de hennen bij aanvoer op 22 weken leeftijd 1513 g. De productie van de hennen kwam langzaam op gang, zodat de adaptatieperiode pas in leeftijdswEEK 29 in plaats van week 25 is ingegaan. De hennen waren goed gezond; in totaal zijn slechts 3 van de 234 aangevoerde hennen uitgevallen. In Tabel 5 zijn de technische resultaten van de hennen tijdens de hoofdperiode per behandeling weergegeven.

Tabel 5 Technische resultaten tijdens de hoofdperiode per behandeling (experiment 1)

	Voeropname (g/hen/d)	Legpercentage (%)	Eigewicht (g/ei)	Eimassa (g/hen/d)	Voerconversie (kg voer/kg ei)	Hengewicht 22 wkn (g)
Tarwe	108,9	83,3	57,7	48,2	2,29	1537
Mais	108,2	87,5	59,6	52,1	2,08	1478
Erwten	112,4	74,0	58,1	43,0	2,63	1480
Raapz.schilfers	93,6	78,1	60,0	46,9	1,95	1534
Zonbl.z.schilfers	121,5	80,2	59,8	48,0	2,56	1521
Sesamschilfers	105,9	77,1	58,4	45,0	2,36	1511
Sojaboon verhit	110,8	87,9	59,3	52,2	2,14	1511
Basisvoer	113,3	86,5	59,3	51,3	2,21	1526

De meeste voeders werden goed opgenomen. Uitzondering hierop vormde het voer met raapzaadschilfers, waarvan de opname duidelijk afweek van de andere behandelingen. Verwacht werd dat het legpercentage rond de 25-ste levensweek circa 95% zou bedragen. Dit niveau is echter niet bereikt. Aan het einde van de adaptatieperiode bedroeg het legpercentage $78,4\% \pm 7,4$. Hoewel er een aanzienlijke variatie was in legprestaties kan vastgesteld worden dat deze bij alle behandelingen na overschakeling op de proefvoerders redelijk op peil gebleven is.

Algemeen verloop van experiment 2

De ontwikkeling van de legprestaties in experiment 2 vertoonde een normaal verloop. Op 24 weken leeftijd voldeden de hennen ruim aan het criterium van 85% legpercentage. De technische resultaten tijdens de hoofdperiode zijn weergegeven in tabel 6.

Tabel 6 Technische resultaten tijdens de hoofdperiode per behandeling (experiment 2)

	Voeropname (g/hen/d)	Leg percentage (%)	Eigewicht (g/ei)	Ei-massa (g/hen/d)	Voerconversie (kg voer/kg ei)	Hengewicht 22 wkn (g)
Basisvoer	91,0	85,6	58,7	50,5	1,83	1848
Mais (goed)	97,2	91,0	57,6	52,4	1,87	1851
Maïs (matig)	100,2	90,7	59,6	54,0	1,85	1803
Gerst	87,7	86,3	59,0	50,9	1,72	1813
Triticale	95,7	86,7	59,1	51,3	1,84	1833
Rogge	86,6	80,1	58,5	47,1	1,85	1830
Veldbonen	77,7	83,0	56,6	46,9	1,65	1744
Sojaschilfers	94,9	85,3	58,2	49,7	1,96	1817

Tijdens de hoofdperiode lag de voeropname bij alle behandelingen op een redelijk laag niveau. Dit resulteerde bij de voeders met rogge en veldbonen tot een daling van het legpercentage tot onder het niveau van 85%. De dieren uit deze behandelingen hadden tijdens de hele proefperiode (vanaf de dag van indelen tot aan het moment van afsluiting van de proef) ook een negatieve groei van respectievelijk 293 en 22 g/hen.

3.2 Samenstelling van de grondstoffen en complete voeders

Microscopisch onderzoek van de grondstoffen toonde aan dat in experiment 1 enkele grondstoffen diverse verontreinigingen bevatten. Dit betrof tarwe, maïs, erwten, zonnebloemzaadschilfers en getoaste sojabonen (tabel 7).

Tabel 7 Resultaten van het microscopisch onderzoek van de grondstoffen (experiment 1)

Grondstof	Verontreiniging
Tarwe	Circa 0,5% sojabonen en circa 0,5% onkruidzaden
Maïs	Circa 2% lupinen, 1% tarwe/gerst, 1% zonnebloemmeel en 1,5% mengvoer
Erwten	Circa 6% tarwe/gerst en 2% kafdelen, tarwemeel, zonnebloemmeel, koolraapzaad en korenbloemzaad
Raapzaadschilfers	Geen onzuiverheden
Zonnebloemzaadschilfers	Circa 0,5% raapmeel
Sesamschilfers	Geen onzuiverheden
Getoaste sojabonen	Circa 1,5% onkruidzaden, waaronder circa 0,1-0,2% doornappelzaad

Uit het microscopisch onderzoek bleek dat er aanzienlijke hoeveelheden verontreinigingen voorkwamen in de maïs en erwten. De andere grondstoffen waren niet of slechts in geringe mate verontreinigd.

In experiment 2 kwam (enige) verontreiniging voor in de beide kwaliteiten maïs, gerst en rogge (tabel 8). De aangekochte partij matige maïs bleek een grote hoeveelheid verontreinigingen te bevatten. Door de partij te zeven kon een groot deel van de verontreinigingen verwijderd worden.

Tabel 8 Resultaten van het microscopisch onderzoek van de grondstoffen (experiment 2)

Grondstof	Verontreiniging
Maïs (goed)	Circa 1,5% onzuiverheden, bestaande uit o.a. maïsmeel, tarwemeel, luzernemeel, gerstemeel en sojameel.
Maïs (matig)	Circa 23% onzuiverheden: ongeveer 22% van de onzuiverheden had een deeltjesgrootte < 1,0 mm en bestond uit tarwemeel, maïsmeel, luzernemeel, sojameel, raapmeel en minerale bestanddelen; circa 1% van de onzuiverheden had een deeltjesgrootte > 1,0 mm en bestond uit luzerne, zonnebloemzaad en citruspulp.
Gerst	Circa 1,5% onzuiverheden, bestaande uit ongeveer 1% tarwe en 0,5% maïs, veldbonen, erwten en onkruidzaden.
Triticale	Het monster bevatte geen onzuiverheden.
Rogge	Circa 2% onzuiverheden, bestaande uit ongeveer 1,5% onkruidzaden en 0,5% voederwikke. Het monster was besmet met getande graankever en stofmijt.
Veldbonen	Het monster bevatte geen onzuiverheden. Wel was circa 20% van de bonen aangetast, vermoedelijk door graankalander (een keversoort).
Sojaschilfers	Het monster bevatte geen onzuiverheden.

Samenstelling grondstoffen experiment 1

In tabel 9 is de geanalyseerde chemische samenstelling weergegeven van de grondstoffen die onderzocht zijn in experiment 1.

Tabel 9 Geanalyseerde samenstelling (g/kg) van de onderzochte grondstoffen in experiment 1

Nutriënt		Tarwe	Maïs	Erwten	Raapz. schilfers	Zonnebl. z.schilfers	Sesam z. schilfers	Sojabonen Getoast
Droge stof	g/kg	878	871	875	902	910	914	928
AS	g/kg	16	21	29	51	46	82	47
Ruw eiwit	g/kg	131	101	211	283	226	429	364
Ruw vet	g/kg	23	40	21	154	175	151	206
Ruwe celstof	g/kg	22	22	52	121	219	51	57
NSP ^a	g/kg	120	134	159	312	401	201	213
OK	g/kg	686	682	562	293	244	201	253
Zetmeel	g/kg	560	552	415	10	4	3	12
Suiker	g/kg	28	23	40	92	58	48	86
Calcium	g/kg	0,5	0,6	1,0	5,4	3,0	14,2	3,0
Fosfor	g/kg	3,7	3,9	5,1	7,4	6,9	11,0	5,4
Natrium	g/kg	0,1	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Kalium	g/kg	4,2	4,4	10,5	9,8	10,9	9,7	16,7
Bruto energie	MJ/kg	16,22	16,22	16,07	20,20	21,05	20,25	21,88

^a NSP = Overige organische stof = niet- zetmeel koolhydraten

De vergelijking van de geanalyseerde gehalten van de onderzochte grondstoffen met die in de Veevoedertabel is in tabel 10 weergegeven. De gehalten van de grondstoffen uit de Veevoedertabel zijn omgerekend naar hetzelfde droge stofgehalte als dat van de onderzochte grondstoffen.

Tabel 10 Verschil tussen de geanalyseerde gehalten van de grondstoffen (g/kg) van experiment 1 met de waarden in de Veevoedertabel (2007)

Nutriënt		Tarwe	Maïs	Erwten	Raapz. schilfers	Zonnebl. z.schilfers	Sesam Schilfers	Sojabonen Getoast
AS	g/kg	1	9	1	-20	-15	-40	-4
Ruw eiwit	g/kg	19	19	-2	-44	-57	-5	-4
Ruw vet	g/kg	3	-4	6	67	69	39	-5
Ruwe celstof	g/kg	-2	0	-1	4	-25	-8	-2
NSP ^a	g/kg	-28	11	-32	2	-19	-22	-12
OK	g/kg	-20	-29	-3	-8	27	14	14
Zetmeel	g/kg	-3	-53	24	-10	1	3	8
Suiker	g/kg	1	11	-3	-11	11	24	4
Calcium	g/kg	0,1	0,4	0,0	-1,0	0,1	-2,5	0,8
Fosfor	g/kg	0,6	1,2	1,1	-3,5	-0,6	2,2	-0,2
Natrium	g/kg	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,1	0,0	0,0
Kalium	g/kg	0,0	1,0	0,4	-2,1	-1,9	0,5	-1,7

^a NSP = Overige organische stof = niet- zetmeel koolhydraten

Met uitzondering van de verhitte sojabonen, weken de gehalten van de biologische grondstoffen op onderdelen duidelijk af ten opzichte van de waarden in de Veevoedertabel. De meest opvallende afwijkingen waren als volgt:

- het ruw eiwitgehalte van de biologisch geteelde tarwe was 19 g/kg (+14%) hoger;
- de biologische maïs bevatte een duidelijk hoger ruw as gehalte (+ 9 g/kg) en ruw eiwit gehalte (+19 g/kg);
- het ruw vetgehalte in erwten was 6 g/kg (+28%) hoger; de erwten bevatten meer zetmeel en minder NSP;
- De biologische raapzaadschilfers bevatten minder as (-20 g/kg) en ruw eiwit (-44 g/kg), maar veel meer ruw vet (+67 g/kg; +44%) dan gangbaar geteelde raapzaadschilfers;
- Ook de biologische zonnebloemzaadschilfers hadden een lager asgehalte (-15 g/kg) en ruw eiwitgehalte (-57 g/kg) en een veel hoger ruw vetgehalte (+69 g/kg; + 40%) dan de gangbaar geteelde variant;
- In vergelijking met gangbare sesamschilfers bevatten de biologisch geteelde sesamschilfers minder ruw as (-40 g/kg) en meer ruw vet (+39 g/kg; +26%).

De verhoudingsgewijs hoge ruw eiwitgehalten in de tarwe en maïs kunnen het gevolg zijn van verontreinigingen met eiwitrijke producten (sojabonen in tarwe; lupinen en zonnebloemmeel in maïs). De hoge vetgehalten in de schilfers kunnen samenhangen met het gebruik van relatief kleine persen in de biologische fabrieken. Deze persen zijn niet in staat om de aanwezige olie goed uit de zaden te persen, waardoor verhoudingsgewijs veel vet achterblijft in de schilfers.

De aminozuurgehalten van de grondstoffen van experiment 1 staan in tabel 11, de procentuele verschillen ten opzichte van de Veevoedertabel in tabel 12.

Tabel 11 Aminozuurgehalten (g/kg) van de onderzochte biologische grondstoffen in experiment 1

Aminozuur		Tarwe	Maïs	Erwten	Raapz. schilfers	Zonnebl. z.schilfers	Sesam Schilfers	Sojabonen Getoast
LYS	g/kg	3,2	3,0	13,8	16,4	8,4	10,3	20,4
MET	g/kg	2,0	1,9	2,1	5,7	4,9	10,8	5,0
CYS	g/kg	3,0	2,1	2,9	6,8	3,8	7,5	5,0
M+C	g/kg	5,0	3,9	5,0	12,5	8,7	18,3	10,0
THR	g/kg	3,2	3,2	6,8	11,7	7,6	12,5	12,8
TRP	g/kg	1,4	0,7	1,7	3,6	2,9	6,1	4,6
ILE	g/kg	4,2	3,4	8,1	10,8	8,6	14,2	13,3
ARG	g/kg	5,5	5,1	16,4	16,4	16,5	46,7	24,3
PHE	g/kg	5,4	4,7	9,2	10,8	9,6	17,2	16,5
HIS	g/kg	3,0	2,8	5,6	8,1	6,4	10,5	10,7
LEU	g/kg	7,9	10,1	13,9	18,8	13,2	25,7	26,0
TYR	g/kg	3,3	3,4	6,5	9,1	5,8	14,6	12,7
VAL	g/kg	5,3	4,6	9,2	14,5	10,8	18,4	14,5
ALA	g/kg	4,2	6,4	8,4	11,7	9,2	17,5	14,0
ASX	g/kg	5,9	6,4	21,1	19,9	18,7	31,9	39,6
GLX	g/kg	35,1	18,2	33,6	46,7	40,0	74,1	62,5
GLY	g/kg	4,8	3,9	8,7	14,0	12,8	18,9	14,7
PRO	g/kg	12,0	7,5	8,9	18,3	9,6	14,0	17,8
SER	g/kg	5,4	4,4	9,4	14,3	9,5	16,7	17,5
Som AZ	g/kg	115,0	91,7	186,1	255,0	198,2	367,4	331,8

Tabel 12 Procentuele verschillen in aminozuurgehalten (op basis van g/100 g ruw eiwit) tussen de onderzochte biologische grondstoffen van experiment 1 en de waarden in de Veevoedertabel

Aminozuur		Tarwe	Maïs	Erwten	Raapz. schilfers	Zonnebl. z.schilfers	Sesam Schilfers	Sojabonen Getoast
LYS	%	-16,0	2,4	-9,6	4,2	6,9	-0,6	-16,0
MET	%	-6,2	-11,4	-1,4	-0,2	-0,2	-3,6	-6,8
CYS	%	2,9	-5,5	-10,0	-5,0	0,1	-5,0	-14,4
M+C	%	-0,8	-11,0	-6,4	-2,8	-0,1	-4,2	-10,6
THR	%	-20,1	-13,4	-15,9	-7,4	-8,7	-12,8	-16,3
TRP	%	-13,4	-0,2	-12,8	-3,1	7,5	11,6	-7,8
ILE	%	-7,2	-1,0	-7,8	-3,1	-6,4	-5,1	-32,0
ARG	%	-13,3	7,1	-14,3	-6,2	-9,6	-2,9	-16,2
PHE	%	-10,5	-3,1	-8,8	-8,4	-7,0	-6,1	-18,0
HIS	%	-1,5	-8,1	4,8	1,3	12,8	5,2	3,7
LEU	%	-10,8	-20,8	-8,8	-6,3	-6,6	-4,8	-13,1
TYR	%	-12,5	-9,6	-8,1	2,8	3,7	0,7	-11,2
VAL	%	-7,4	-5,4	-6,5	-0,4	-1,4	-3,6	-26,4
PH+T	%	-16,8	-18,2	-11,5	-9,8	-4,4	-11,3	-19,9
ALA	%	-19,0	-5,5	-18,1	-7,6	-9,9	-5,2	-11,8
ASX	%	-6,8	-0,3	-5,8	-3,3	-7,8	-0,1	-10,5
GLX	%	-10,4	-0,9	-7,7	-6,1	0,5	-5,3	-11,6
GLY	%	-7,1	-19,7	4,3	6,4	-0,1	-3,6	-9,4
PRO	%	-13,0	-10,2	-6,5	12,1	-1,1	-11,7	-13,4
SER	%	-16,0	2,4	-9,6	4,2	6,9	-0,6	-16,0
Som AZ	%	-13,7	-12,4	-11,8	-8,4	-8,5	-8,9	-17,2

De absolute aminozuurgehalten (Tabel 11) in tarwe en maïs waren respectievelijk 7,4 en 11,3% hoger dan de CVB-waarden, terwijl de aminozuurgehalten in de andere grondstoffen aanzienlijk lager waren, variërend van 6,1% (getoaste sojabonen) tot 35% (zonnebloemzaadschilfers). De verhogingen en verlagingen hangen voor een groot deel samen met de verschillen in ruw eiwitgehalte. Op eiwitbasis (uitgedrukt in g/100 g RE) bevatten de biologische grondstoffen in het algemeen minder aminozuren in vergelijking met de waarden van de CVB tabel. De verschillen zijn het grootst bij de granen, erwten en getoaste sojabonen, terwijl deze bij de schilfers iets geringer zijn. Het betreft met name de aminozuren methionine en cystine, threonine en tryptofaan en soms ook lysine (tarwe, erwten, getoaste sojabonen).

Samenstelling grondstoffen experiment 2

In tabel 13 is de geanalyseerde chemische samenstelling weergegeven van de grondstoffen die onderzocht zijn in experiment 2.

Tabel 13 Geanalyseerde samenstelling (g/kg) van de onderzochte grondstoffen in experiment 2

		Maïs goed	Maïs matig	Gerst	Triticale	Rogge	Veldbonen	Sojaschilfers
Ruw As	g/kg	13	15	32	14	16	34	54
Ruw eiwit	g/kg	89	89	111	95	73	255	366
Ruw vet	g/kg	44	45	33	22	18	17	159
Ruwe celstof	g/kg	20	23	59	20	20	96	54
NSP ¹	g/kg	86	105	219	102	153	208	91
OK	g/kg	702	697	652	720	736	463	265
Zetmeel	g/kg	614	591	461	608	538	307	n.b. ²
Suiker	g/kg	22	24	31	30	65	44	96
Calcium	g/kg	0,35	0,41	0,44	0,37	0,45	1,45	2,71
Fosfor	g/kg	2,15	2,17	4,13	3,04	3,00	4,99	5,80
Natrium	g/kg	0,00	0,00	0,09	0,00	0,00	0,27	0,00
Kalium	g/kg	3,52	4,03	6,38	4,24	4,55	11,89	19,84
Bruto energie	MJ/kg	16,37	16,44	16,46	16,05	15,59	16,31	20,42

¹ NSP = Overige organische stof en wordt berekend uit: Organische stof – ruw eiwit – ruw vet – zetmeel – suiker

² n.b. = niet beschikbaar

De chemische samenstelling van de 'goede' maïs kwam redelijk overeen met die van 'matige' maïs. Alleen was het zetmeelgehalte van de matige maïs 23 g/kg lager dan van de goede maïs. Mede daardoor was het NSP-gehalte van de matige maïs 19 g/kg hoger. De vergelijking van de gehalten van de onderzochte grondstoffen met die in de Veevoedertabel is in tabel 14 weergegeven. De gehalten van de grondstoffen uit de Veevoedertabel zijn omgerekend naar hetzelfde droge stofgehalte als dat van de onderzochte grondstoffen.

Tabel 14 Verschil tussen geanalyseerde gehalten in de grondstoffen (g/kg) van experiment 2 met de waarden in de Veevoedertabel (2007)

	Maïs goed	Maïs matig	Gerst	Triticale	Rogge	Veldbonen	Sojaschilfers
Ruw AS	0,8	3,3	10,2	-2,5	-0,1	0,8	-9,9
Ruw eiwit	5,7	5,1	21,0	-6,8	-23,8	3,4	-59,3
Ruw vet	0,2	0,8	6,4	1,3	0,4	-3,0	64,0
Ruwe celstof	-1,7	0,8	12,4	-1,6	-0,8	18,3	-13,2
NSP ¹	-27,2	-8,6	-0,7	-26,5	-7,9	61,5	-132,1
OK	-5,0	-10,0	-50,0	9,7	24,3	-19,4	18,4
Zetmeel	10,4	-12,2	-42,5	44,0	30,3	-81,1	n.b. ²
Suiker	10,0	11,7	5,6	-9,3	1,1	18,5	12,5
Calcium	0,1	0,2	-0,2	0,1	0,1	-0,4	-0,4
Fosfor	-0,5	-0,5	0,6	-0,2	-0,2	1,2	-0,8
Natrium	0,0	0,0	0,0	-0,1	0,0	0,2	-0,3
Kalium	0,1	0,6	1,4	-0,4	0,2	-1,6	-2,6

¹ NSP = Overige organische stof = niet-zetmeel koolhydraten

² n.b = niet beschikbaar

De meest opvallende afwijkingen van de onderzochte grondstoffen ten opzichte van de Veevoedertabel (2007) waren als volgt:

- goede maïs bevatte 27,2 g/kg minder NSP;
- het suikergehalte van beide kwaliteiten maïs was ruim 45% (10 – 12 g/kg) hoger;
- gerst bevatte 21 g/kg (19%) meer ruw eiwit, 12,4 g/kg (21%) meer ruwe celstof en 42,5 g/kg (9,2%) minder zetmeel;
- triticale bevatte 44 g/kg (7,2%) meer zetmeel en 26,5 g/kg (26,1%) minder NSP;
- het ruw eiwitgehalte in rogge was 23,8 g/kg (32,4%) lager, terwijl het zetmeelgehalte 30,3 g/kg (5,6%) hoger was;
- de veldbonen bevatten minder zetmeel (81,1 g/kg; -26,4%), maar meer ruwe celstof (18,3 g/kg; 19%) en NSP (61,5 g/kg; 29,5%);
- sojaschilfers bevatten duidelijk meer vet (64 g/kg; 40,2%) en zetmeel (124,8 g/kg; 94,6%), maar minder NSP (-132,1 g/kg; -145,3%).

De hoge vetgehalten in de sojaschilfers zouden samen kunnen hangen met het gebruik van relatief kleine persen in de biologische fabrieken. Deze persen zijn niet in staat om de aanwezige olie goed uit de zaden te persen, waardoor verhoudingsgewijs veel vet achterblijft in de schilfers.

De aminozuurgehalten van de grondstoffen van experiment 2 staan vermeld in tabel 15, de procentuele verschillen ten opzichte van de Veevoedertabel in tabel 16.

Tabel 15 Aminozuurgehalten (g/kg) van de onderzochte biologische grondstoffen in experiment 2

Aminozuur	Maïs goed	Maïs Matig	Gerst	Triticale	Rogge	Veld-bonen	Soja-schilfers
LYS	2,7	2,8	4,1	3,2	2,8	15,7	22,6
MET	1,8	1,7	1,7	1,5	1,1	1,7	4,8
CYS	1,8	1,7	2,1	2,0	1,5	2,7	5,2
M+C	3,5	3,4	3,8	3,5	2,6	4,4	9,9
THR	3,2	3,1	3,7	2,9	2,4	8,8	14,1
TRP	0,7	0,8	1,4	1,1	0,8	2,3	5,2
ILE	3,1	2,8	3,8	3,1	2,3	10,0	16,6
ARG	4,0	4,0	5,6	4,5	3,8	22,4	25,8
PHE	4,2	3,9	5,3	4,2	2,9	10,4	18,4
HIS	2,4	2,3	2,3	2,1	1,5	6,3	9,4
LEU	10,4	9,4	7,4	6,0	4,4	18,6	28,2
TYR	3,0	2,8	3,0	2,4	1,7	8,4	14,0
VAL	4,2	4,0	5,3	4,2	3,4	11,3	17,1
ALA	6,6	6,0	4,8	3,8	3,4	10,5	16,2
ASP	5,8	5,7	6,7	5,5	5,2	26,0	39,9
GLU	15,9	14,7	22,5	22,5	13,0	39,9	63,7
GLY	3,4	3,4	4,7	4,0	3,3	10,9	15,9
PRO	7,9	6,8	10,3	7,9	4,8	8,4	17,6
SER	4,2	4,0	4,5	4,1	2,9	11,8	18,2
Som AZ	88,9	83,3	103,1	88,4	63,8	230,6	362,9

Tabel 16 Procentuele verschillen (%) in aminozuurgehalten tussen de onderzochte biologische grondstoffen in experiment 2 en de waarden in de Veevoedertabel

Aminozuur	Maïs Goed	Maïs Matig	Gerst	Triticale	Rogge	Veld-bonen	Soja-schilfers
LYS	7,9	10,8	-13,7	-6,3	1,3	-2,0	-4,9
MET	-3,4	-9,8	-28,7	-16,5	-10,8	-19,1	-12,4
CYS	-8,3	-8,9	-35,5	-19,6	-17,9	-21,1	-11,3
M+C	-5,8	-9,4	-32,4	-18,3	-14,8	-20,3	-11,8
THR	2,2	-0,8	-21,4	-12,6	-2,2	-1,5	-5,7
TRP	16,3	23,0	-11,5	-6,7	12,4	0,0	4,9
ILE	4,8	-4,6	-21,7	-12,7	-9,6	-4,9	-6,4
ARG	-1,6	-1,7	-13,7	-15,0	2,1	-3,5	-11,2
PHE	0,6	-6,5	-24,2	-12,7	-15,9	-0,4	-8,0
HIS	-9,8	-14,3	-22,5	-12,8	-13,7	-4,9	-10,5
LEU	-1,0	-11,9	-21,6	-12,7	-4,2	0,1	-4,7
TYR	-6,6	-13,6	-34,6	-21,5	-10,4	-0,8	-1,0
VAL	0,6	-4,0	-21,8	-15,1	-2,5	-2,2	-7,4
ALA	0,9	-8,3	-11,7	-9,9	6,4	0,5	-4,1
ASP	-1,1	-1,3	-17,5	-14,5	-1,9	-6,8	-11,4
GLU	1,0	-6,4	-36,2	-16,8	-28,0	-4,7	-7,0
GLY	-0,4	-0,5	-11,3	-9,9	1,5	1,9	-3,5
PRO	1,5	-13,1	-36,5	-23,2	-42,9	-30,2	-11,0
SER	0,6	-4,0	-21,8	-15,2	-8,2	-3,6	-7,6
Som AZ	4,0	-1,8	-20,6	-10,6	-7,4	-13,9	-4,3

De verschillen in absolute aminozuurgehalten (Tabel 15) tussen de onderzochte biologische grondstoffen en de Veevoedertabel zijn voor de twee maïskwaliteiten en gerst relatief gering. Triticale bevat ongeveer 20% minder aminozuren en deze verlaging is redelijk evenredig verdeeld over alle aminozuren. De geanalyseerde absolute aminozuurgehalten in rogge waren 16,0% (tryptofaan) tot 89,3% (proline) lager dan de vermelde waarden in de Veevoedertabel en deze verlagingen strookten goed met het lagere geanalyseerde ruw eiwitgehalte (-32,4%). De sojaschilfers bevatten gemiddeld 21,2% minder aminozuren, wat goed overeenkwam met het lagere geanalyseerde ruw eiwitgehalte (-16,2%). Evenals in experiment 1 bleek in experiment 2 dat de biologische grondstoffen op eiwitbasis (uitgedrukt in g/100 g RE) in het algemeen minder aminozuren bevatten in vergelijking met de waarden van de CVB tabel. Dit geldt met name voor de aminozuren methionine en cystine, tryptofaan en soms ook voor lysine (gerst, triticale, veldbonen en sojaschilfers).

3.3 Verteerbaarheid van de voeders

Tabel 17 geeft de verteerbaarheid van de volledige voeders weer. De droge stofverteerbaarheid varieerde aanzienlijk tussen de behandelingen, namelijk van 50,7% in het proefvoer met zonnebloemzaadschilfers tot 68,9% in het proefvoer met tarwe. Binnen een behandeling was er een relatief geringe variatie in droge stofverteerbaarheid. De ruw eiwitverteerbaarheid varieerde van 70,3% in het proefvoer met raapzaadschilfers tot 81,0% in het basisvoer. De mate waarin ruw vet verteerd werd verschilde zeer sterk tussen de voeders. De vetverteerbaarheid bedroeg slechts 39,4% in het proefvoer met erwten, terwijl deze 86,2% bedroeg in het proefvoer met zonnebloemzaadschilfers. Hennen zijn nauwelijks of niet in staat om ruwe celstof te verteren (data niet weergegeven). De verteerbaarheid van de bruto energie in de proefvoeders varieerde van 45,7% in het voer met erwten tot 70,8% in het voer met tarwe.

Tabel 17 Fecale verteerbaarheid (% \pm standaardafwijking) van de onderzochte voeders in experiment 1

Nutriënt		Proefv. tarwe	Proefv. maïs	Proefv. erwten	Proefv. raapz. schilfers	Proefv. zonnebl. z.schilfers	Proefv. sesam. Schilfers	Proefv. sojabonen Getoast	Basis-voer
Droge stof	%	68,9	67,5	61,7	57,0	50,7	58,4	62,9	67,1
		$\pm 1,0$	$\pm 0,5$	$\pm 0,7$	$\pm 1,7$	$\pm 1,3$	$\pm 0,7$	$\pm 1,3$	$\pm 1,4$
Ruw As	%	41,4	38,0	34,6	38,1	33,4	32,6	39,7	15,4
		$\pm 3,0$	$\pm 2,3$	$\pm 0,7$	$\pm 3,2$	$\pm 2,7$	$\pm 3,0$	$\pm 2,0$	$\pm 27,0$
Organische stof	%	73,2	72,2	66,1	60,1	53,5	62,6	66,7	68,9
		$\pm 1,0$	$\pm 0,4$	$\pm 0,8$	$\pm 1,8$	$\pm 1,2$	$\pm 0,7$	$\pm 1,7$	$\pm 0,7$
Ruw eiwit	%	78,4	77,6	74,9	70,3	76,9	80,7	75,1	81,0
		$\pm 0,5$	$\pm 0,1$	$\pm 1,2$	$\pm 1,9$	$\pm 0,8$	$\pm 0,9$	$\pm 2,1$	$\pm 0,4$
Ruw vet	%	70,3	76,4	39,4	82,7	86,2	66,7	80,8	75,6
		$\pm 2,7$	$\pm 0,8$	$\pm 2,0$	$\pm 2,4$	$\pm 1,1$	$\pm 2,2$	$\pm 2,1$	$\pm 1,6$
Overige koolh.	%	81,4	79,7	75,8	68,2	61,5	71,3	74,5	77,6
		$\pm 0,9$	$\pm 0,4$	$\pm 1,0$	$\pm 1,6$	$\pm 1,5$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 0,7$
Koolhydraten	%	78,0	76,0	70,3	60,9	48,3	66,4	69,3	73,5
		$\pm 0,9$	$\pm 0,6$	$\pm 0,9$	$\pm 1,8$	$\pm 1,4$	$\pm 0,8$	$\pm 1,2$	$\pm 0,6$
Bruto Energie	%	70,8	69,7	45,7	60,6	54,2	63,2	65,8	68,4
		$\pm 0,9$	$\pm 0,6$	$\pm 1,3$	$\pm 2,1$	$\pm 1,3$	$\pm 0,8$	$\pm 2,1$	$\pm 0,6$

Tabel 18 geeft de verteerbaarheid van de volledige voeders van experiment 2 weer. In vergelijking met experiment 1 was de variatie in droge stofverteerbaarheid tussen de voeders gering (67,3 tot 76,5%). De grootste verschillen deden zich voor bij de verteerbaarheid van ruw vet (51,7 tot 83,2%), waarbij vooral het voer met triticale en rogge laag scoorden qua vetverteerbaarheid.

Tabel 18 Fecale verteerbaarheid (% \pm standaardafwijking) van de onderzochte voeders in experiment 2

Nutriënt		Proefv. maïs goed	Proefv. maïs matig	Proefv. gerst	Proefv. triticale	Proefv. rogge	Proefv. veldbonen	Proefv. sojaschilfers	Basisvoer
Droge stof	%	76,5	75,3	72,9	71,1	69,8	69,8	67,3	71,1
		$\pm 1,3$	$\pm 0,9$	$\pm 0,6$	$\pm 0,7$	$\pm 2,7$	$\pm 1,3$	$\pm 1,3$	$\pm 1,3$
Ruw As	%	58,9	55,6	58,9	54,6	61,9	56,8	54,3	52,9
		$\pm 1,0$	$\pm 2,0$	$\pm 0,5$	$\pm 3,3$	$\pm 4,2$	$\pm 4,0$	$\pm 2,4$	$\pm 3,5$
Organische stof	%	79,1	78,3	74,9	73,3	70,9	71,6	69,2	73,9
		$\pm 1,5$	$\pm 1,3$	$\pm 0,6$	$\pm 0,5$	$\pm 3,3$	$\pm 0,9$	$\pm 1,5$	$\pm 1,5$
Ruw eiwit	%	85,1	85,3	84,6	81,2	75,9	83,1	85,4	87,4
		$\pm 1,2$	$\pm 0,8$	$\pm 0,2$	$\pm 2,2$	$\pm 3,6$	$\pm 1,0$	$\pm 1,2$	$\pm 1,4$
Ruw vet	%	73,1	74,7	69,8	58,2	51,7	71,4	83,2	64,2
		$\pm 3,6$	$\pm 7,1$	$\pm 4,5$	$\pm 2,9$	$\pm 6,1$	$\pm 4,4$	$\pm 1,4$	$\pm 9,4$
Overige koolh.	%	88,6	87,1	83,3	82,5	79,8	82,5	72,6	85,0
		$\pm 1,1$	$\pm 1,8$	$\pm 0,9$	$\pm 0,7$	$\pm 3,1$	$\pm 0,8$	$\pm 1,1$	$\pm 2,3$
Koolhydraten	%	86,2	84,5	79,6	80,0	77,6	77,3	67,5	82,2
		$\pm 1,0$	$\pm 1,8$	$\pm 0,9$	$\pm 0,7$	$\pm 3,2$	$\pm 1,1$	$\pm 0,9$	$\pm 2,5$
Bruto Energie	%	78,2	77,4	73,3	72,3	69,0	70,9	68,6	77,4
		$\pm 0,6$	$\pm 1,0$	$\pm 0,6$	$\pm 0,6$	$\pm 2,8$	$\pm 0,8$	$\pm 0,8$	$\pm 1,0$

3.4 Veteerbaarheid van de grondstoffen

Veteerbaarheid grondstoffen experiment 1

In tabel 19 is de fecale verteerbaarheid van de individuele grondstoffen vermeld, in tabel 20 is een vergelijking gemaakt met de verteerbaarheden zoals die in de Veevoedertabel (2007) vermeld staan.

Tabel 19 Fecale verteerbaarheid (% \pm standaardafwijking) van de onderzochte grondstoffen in experiment 1

Nutriënt		Tarwe	Maïs	Erwten	Raapz. schilfers	Zonnebl. z. schilfers	Sesam-schilfers	Sojabonen getoast
Droge stof	%	76,8	77,0	54,5	37,5	27,9	27,9	44,7
		$\pm 2,1$	$\pm 1,4$	$\pm 1,5$	$\pm 4,3$	$\pm 2,9$	$\pm 2,5$	$\pm 4,1$
Organische stof	%	76,3	77,2	56,9	38,3	29,8	31,7	46,1
		$\pm 1,8$	$\pm 1,1$	$\pm 1,4$	$\pm 4,2$	$\pm 2,5$	$\pm 2,1$	$\pm 5,0$
Ruw eiwit	%	76,9	68,7	79,1	72,7	82,3	87,8	80,6
		$\pm 1,1$	$\pm 0,6$	$\pm 1,7$	$\pm 2,8$	$\pm 1,1$	$\pm 1,4$	$\pm 3,4$
Ruw vet	%	63,7	77,7	35,0	84,3	88,1	60,9	82,1
		$\pm 6,1$	$\pm 2,1$	$\pm 2,3$	$\pm 3,1$	$\pm 1,3$	$\pm 3,3$	$\pm 2,9$
Overige koolh.	%	83,9	82,4	69,0	25,8	2,5	-6,1	31,2
		$\pm 1,4$	$\pm 1,0$	$\pm 2,1$	$\pm 6,3$	$\pm 5,6$	$\pm 6,4$	$\pm 8,0$
Koolhydraten	%	81,0	79,5	61,6	20,3	0,2	-8,5	22,5
		$\pm 1,5$	$\pm 1,5$	$\pm 1,7$	$\pm 5,9$	$\pm 3,7$	$\pm 5,2$	$\pm 7,0$
Bruto Energie	%	71,7	71,8	40,5	49,3	40,6	49,2	52,0
		$\pm 1,7$	$\pm 1,6$	$\pm 1,6$	$\pm 4,2$	$\pm 2,3$	$\pm 2,1$	$\pm 5,1$

Tabel 20 Procentuele afwijking van de fecale verteerbaarheid van de onderzochte biologische grondstoffen in experiment 1 ten opzichte van de waarden in de Veevoedertabel

Nutriënt		Tarwe	Maïs	Erwten	Raapz. schilfers	Zonnebl. z.schilfers	Sesam-schilfers	Sojabonen getoast
Ruw Eiwit	%	-4,1	-14,3	-7,9	-3,3	-2,7	-0,2	-4,4
Ruw vet	%	3,7	-6,3	-15,0	2,3	23,1	-9,2	-1,9
Overige Koolh.	%	-6,1	-6,6	-11,0	-6,2	-14,6	-23,1	-16,8

In vergelijking met de waarden zoals vermeld in de Veevoedertabel was de eiwitverteerbaarheid van de biologische grondstoffen vergelijkbaar (sesamschilfers), iets lager (tarwe, raapzaadschilfers, zonnebloemzaadschilfers en getoaste sojabonen), of aanzienlijk lager (maïs, erwten). Ook de vetverteerbaarheid vertoonde een sterk wisselend beeld. Deze was aanzienlijk beter bij de biologisch geteelde zonnebloemzaadschilfers, iets beter bij tarwe en raapzaadschilfers, iets ongunstiger bij getoaste sojabonen, en duidelijk ongunstiger bij maïs, erwten en sesamschilfers.

De verteerbaarheid van de overige koolhydraten was bij alle biologische geteelde grondstoffen aanzienlijk slechter in vergelijking met de waarden in Veevoedertabel. Het algemene beeld is dus dat de gemeten verteerbaarheden van de meeste onderzochte grondstoffen ongunstiger is dan die van de gangbaar geteelde varianten.

De verteringscoëfficiënten van de aminozuren van de biologische grondstoffen zijn weergegeven in tabel 21. De afwijkingen (procentpunten) ten opzichte van de verteringscoëfficiënten in de Veevoedertabel zijn weergegeven in tabel 22. De aminozuurverteerbaarheid van biologisch geteelde raapzaadschilfers, zonnebloemzaadschilfers, sesamschilfers en getoaste sojabonen was erg hoog (verteerbaarheid van de som van aminozuren varieerde tussen 92,6 en 97,6%) en doorgaans vergelijkbaar of beter in vergelijking met de waarden in de Veevoedertabel. Afhankelijk van het aminozuur was de aminozuurverteerbaarheid van biologische erwten hoger (bijv. lysine, threonine) vergelijkbaar (bijv. cystine, leucine) of lager (bijv. methionine, tryptofaan) dan de waarden in de Veevoedertabel. De aminozuurverteerbaarheid van de biologische tarwe en maïs was duidelijk slechter dan de waarden die in de Veevoedertabel vermeld staan. De verteerbaarheid van glycine bleek in dit experiment bij alle grondstoffen laag uit te komen.

Tabel 21 Aminozuurverteerbaarheid (% \pm standaardafwijking) van de onderzochte biologische grondstoffen in experiment 1

Aminozuur		Tarwe	Maïs	Erwten	Raapz. schilfers	Zonnebl. z.schilfers	Sesam- schilfers	Sojabonen getoast
LYS	%	50,7 \pm 7,7	32,3 \pm 17,3	92,6 \pm 0,8	94,8 \pm 6,5	94,3 \pm 3,2	96,1 \pm 4,8	101,6 \pm 1,8
MET	%	73,5 \pm 2,2	73,9 \pm 3,3	65,3 \pm 2,3	84,9 \pm 1,9	94,1 \pm 0,6	92,7 \pm 0,9	85,0 \pm 2,5
CYS	%	84,8 \pm 1,5	72,4 \pm 3,4	77,4 \pm 2,6	76,8 \pm 2,2	84,3 \pm 1,3	87,2 \pm 2,6	80,0 \pm 12,3
M+C	%	80,2 \pm 1,4	73,1 \pm 0,9	72,2 \pm 2,1	80,5 \pm 1,9	89,8 \pm 0,6	90,4 \pm 1,6	82,5 \pm 7,3
THR	%	55,7 \pm 6,4	40,4 \pm 17,3	89,8 \pm 1,9	94,3 \pm 10,2	88,3 \pm 4,3	93,3 \pm 4,5	90,5 \pm 4,0
TRP	%	69,0 \pm 5,6	31,3 \pm 20,2	82,0 \pm 5,8	87,3 \pm 2,8	91,7 \pm 2,6	78,8 \pm 3,7	90,0 \pm 3,1
ILE	%	71,9 \pm 5,5	29,3 \pm 9,6	93,2 \pm 1,1	101,1 \pm 8,2	108,6 \pm 3,1	111,3 \pm 3,3	121,0 \pm 4,0
ARG	%	78,1 \pm 3,2	66,5 \pm 4,5	93,6 \pm 0,5	91,9 \pm 4,9	99,6 \pm 0,7	99,3 \pm 1,0	98,1 \pm 2,4
PHE	%	80,0 \pm 3,8	66,5 \pm 4,9	86,4 \pm 0,6	89,1 \pm 6,2	99,4 \pm 1,5	100,7 \pm 2,6	94,2 \pm 3,4
HIS	%	76,0 \pm 14,9	49,6 \pm 27,9	103,7 \pm 4,9	109,4 \pm 13,0	99,5 \pm 7,1	107,8 \pm 7,1	105,6 \pm 5,2
LEU	%	77,4 \pm 6,5	65,5 \pm 8,1	86,7 \pm 2,1	90,1 \pm 8,5	102,5 \pm 3,9	103,6 \pm 4,6	97,7 \pm 3,7
TYR	%	69,4 \pm 8,5	57,3 \pm 14,3	89,9 \pm 1,5	83,7 \pm 8,1	98,9 \pm 3,2	101,1 \pm 4,2	97,4 \pm 1,9
VAL	%	67,2 \pm 6,1	24,3 \pm 15,8	100,1 \pm 2,5	96,4 \pm 9,3	108,2 \pm 4,5	111,6 \pm 4,6	123,6 \pm 7,0
ALA	%	47,9 \pm 7,1	54,9 \pm 10,7	76,6 \pm 3,8	91,6 \pm 9,4	83,3 \pm 5,3	97,0 \pm 4,4	95,4 \pm 4,6
ASP	%	54,3 \pm 7,5	46,6 \pm 11,0	88,6 \pm 0,8	95,3 \pm 7,1	96,7 \pm 2,7	99,8 \pm 2,6	93,5 \pm 2,3
GLU	%	90,3 \pm 1,4	73,0 \pm 5,4	88,8 \pm 0,9	93,2 \pm 4,7	99,7 \pm 1,8	99,5 \pm 1,6	93,9 \pm 2,7
GLY	%	-3,6 \pm 13,5	-28,9 \pm 55,6	27,4 \pm 1,7	46,7 \pm 11,9	16,1 \pm 8,4	11,5 \pm 13,0	18,5 \pm 6,7
PRO	%	92,6 \pm 2,4	70,7 \pm 4,3	86,7 \pm 2,7	86,6 \pm 7,1	99,4 \pm 3,3	99,7 \pm 4,1	95,9 \pm 4,6
SER	%	75,5 \pm 5,4	44,4 \pm 24,6	90,0 \pm 4,2	157,4 \pm 10,9	88,7 \pm 5,8	103,6 \pm 6,7	97,9 \pm 5,9
Som AZ	%	75,4 \pm 4,2	55,0 \pm 11,0	87,1 \pm 1,1	92,6 \pm 7,2	94,6 \pm 3,1	97,6 \pm 3,1	95,6 \pm 3,3

Tabel 22 Afwijking aminozuurverteerbaarheid (in percentagepunten) van de onderzochte biologische grondstoffen in vergelijking met de waarden in de Veevoedertabel in experiment 1

Aminozuur		Tarwe	Maïs	Erwten	Raapz. schilfers	Zonnebl. z.schilfers	Sesam-schilfers	Sojabonen getoast
LYS	%	-33	-29	10	16	17	29	17
MET	%	-16	-14	-21	2	8	0	1
CYS	%	1	-2	3	8	6	4	0
THR	%	-23	-35	9	17	8	11	8
TRP	%	-15	-48	-4	7	12	-9	5
ILE	%	-13	-55	10	22	20	23	37
ARG	%	-8	-22	6	3	8	5	10
PHE	%	-7	-21	-1	8	11	8	7
HIS	%	-7	-33	19	28	12	17	20
LEU	%	-7	-25	0	4	16	14	12
TYR	%	-12	-25	9	6	14	9	14
VAL	%	-14	-56	14	17	22	22	41
ALA	%	-28	-31	-10	15	3	13	18
ASP	%	-23	-32	4	12	10	13	7
GLU	%	-4	-14	-1	8	8	8	10
GLY	%	-81	-106	-50	-31	-62	-69	-61
PRO	%	3	-13	1	6	13	18	11
SER	%	-14	-39	8	74	4	18	16

Tabel 23 geeft een overzicht van de hoeveelheid omzetbare energie, gecorrigeerd naar N-evenwicht van 0 (OE), van de onderzochte grondstoffen voor leghennen. Ook is het verschil in voederwaarde met de Veevoedertabel weergegeven, waarbij de waarde in de Veevoedertabel is gecorrigeerd voor het droge stofgehalte van de onderzochte grondstof.

Tabel 23 Bepaalde Omzetbare energie (OE) in de biologische grondstoffen (in Kcal/kg en MJ/kg), de OE-waarde in de Veevoedertabel (MJ/kg) en het verschil in OE tussen biologische grondstoffen en de Veevoedertabel (MJ/kg) in experiment 1

Nutriënt		Tarwe	Maïs	Erwten	Raapz. schilfers	Zonnebl. z.schilfers	Sesam-schilfers	Sojabonen getoast
Droge stof	g/kg	878	871	875	902	910	914	928
OE_lh (bepaald)	Kcal/kg	2782	2787	1556	2382	2044	2384	2722
OE_lh (bepaald)	MJ/kg	11,62	11,64	6,50	9,95	8,54	9,96	11,37
Correctie N=0	MJ/kg	0,60	0,56	0,54	-0,03	0,14	-0,16	1,03
OE_lh (Veevoedertabel)	MJ/kg	13,10	13,96	11,46	8,96	8,08	10,93	15,26
Verskil met Veevoedertabel	MJ/kg	-1,48	-2,32	-4,96	0,99	0,46	-0,97	-3,89

De OE-waarde van de biologische grondstoffen bleek in alle gevallen sterk te verschillen van de gangbaar geteelde varianten. Vergeleken met de kwaliteiten in de Veevoedertabel bevatten de onderzochte schilfers allemaal veel meer vet, wat bij de raapzaadschilfers en zonnebloemzaadschilfers resulteerde in een duidelijk hogere OE-waarde. Als gevolg van een zeer lage verteerbaarheid van de overige koolhydraten, kwam de OE-waarde van de sesamschilfers toch 0,97 MJ/kg lager uit dan de tabelwaarde. De OE-waarde van de overige grondstoffen was in alle gevallen duidelijk lager dan de tabelwaarde. De verschillen waren het grootst bij de erwten (-4,96), getoaste sojabonen (-3,89 MJ/kg) en maïs (-2,32 MJ/kg). Dit is met name het gevolg van lagere verteringscoëfficiënten van eiwit, vet en overige koolhydraten.

Verteerbaarheid grondstoffen experiment 2

In tabel 24 is de fecale verteerbaarheid van de individuele grondstoffen vermeld. In tabel 25 is een vergelijking gemaakt met de verteerbaarheden zoals die in de Veevoedertabel (2007) vermeld staan.

Tabel 24 Fecale verteerbaarheid (% \pm standaardafwijking) van de onderzochte grondstoffen in experiment 2

Nutriënt		Maïs goed	Maïs matig	Gerst	Triticale	Rogge	Veldbonen	Sojaschilfers
Droge stof	%	86,6	91,6	85,0	81,5	77,4	84,3	56,6
		$\pm 3,4$	$\pm 2,3$	$\pm 1,4$	$\pm 0,7$	$\pm 7,0$	$\pm 5,3$	$\pm 3,4$
Organische stof	%	85,6	82,8	75,2	72,1	66,0	63,4	47,9
		$\pm 3,3$	$\pm 2,9$	$\pm 1,5$	$\pm 1,1$	$\pm 7,6$	$\pm 3,5$	$\pm 3,5$
Ruw eiwit	%	75,8	74,9	74,0	61,6	20,2	69,7	94,2
		$\pm 5,7$	$\pm 4,0$	$\pm 1,0$	$\pm 3,4$	$\pm 20,0$	$\pm 3,6$	$\pm 2,4$
Ruw vet	%	80,4	83,6	76,4	48,9	26,7	105,0	83,9
		$\pm 6,6$	$\pm 12,9$	$\pm 9,6$	$\pm 9,5$	$\pm 18,5$	$\pm 24,3$	$\pm 1,8$
Overige Koolh.	%	92,1	89,2	81,5	79,7	74,9	74,7	17,8
		$\pm 2,2$	$\pm 3,5$	$\pm 1,8$	$\pm 1,6$	$\pm 5,9$	$\pm 3,1$	$\pm 4,3$
Koolhydraten	%	90,1	87,3	77,7	78,5	73,9	66,2	14,3
		$\pm 1,9$	$\pm 3,6$	$\pm 1,8$	$\pm 1,5$	$\pm 6,2$	$\pm 4,0$	$\pm 3,0$
Bruto Energie	%	82,9	80,9	71,3	69,2	60,9	60,3	61,8
		$\pm 1,3$	$\pm 2,4$	$\pm 1,4$	$\pm 1,5$	$\pm 6,8$	$\pm 2,9$	$\pm 1,8$

De verteerbaarheid van de organische stof is bij rogge, veldbonen en sojaschilfers relatief laag. Bij rogge werd dit veroorzaakt door een lage verteerbaarheid van ruw eiwit en ruw vet. Bij veldbonen en sojaschilfers was vooral de verteerbaarheid van koolhydraten relatief laag. De beide kwaliteiten maïs en rogge hadden in vergelijking met de Veevoedertabel een relatief lage eiwitverteerbaarheid. De verteerbaarheid van ruw vet van gerst was hoger dan de waarde in de Veevoedertabel, terwijl de verteerbaarheid van de overige koolhydraten bij rogge en sojaschilfers duidelijk lager was. De Veevoedertabel bevatte voor leghennen geen verteringscoëfficiënten voor triticale en veldbonen.

Tabel 25 Afwijking fecale verteerbaarheid (in percentagepunten) van de onderzochte biologische grondstoffen in experiment 2 in vergelijking met de waarden in de Veevoedertabel

Nutriënt		Maïs goed	Maïs matig	Gerst	Triticale ¹	Rogge	Veldbonen ¹	Sojaschilfers
Ruw Eiwit	%	-7,2	-8,1	4,0	n.b.	-39,8	n.b.	9,2
Ruw vet	%	-3,6	-0,4	12,4	n.b.	-5,3	n.b.	3,9
Overige Koolh.	%	1,1	-1,8	-2,5	n.b.	-7,1	n.b.	-16,2

¹n.b.= verteringscoëfficiënten niet beschikbaar in Veevoedertabel

De verteringscoëfficiënten van de aminozuren van de biologische grondstoffen uit experiment 2 zijn weergegeven in tabel 26 en de afwijkingen (procentpunten) ten opzichte van de verteringscoëfficiënten in de Veevoedertabel in tabel 27.

Tabel 26 Aminozuurverteerbaarheid (% \pm standaardafwijking) van de onderzochte biologische grondstoffen in experiment 2

		Mais goed	Mais matig	Gerst	Triticale	Rogge	Veldbonen	Sojaschilfers
LYS	%	80,4	62,0	74,6	60,0	23,2	86,4	89,4
		$\pm 3,3$	$\pm 19,9$	$\pm 2,9$	$\pm 4,4$	$\pm 17,4$	$\pm 2,4$	$\pm 3,9$
MET	%	87,7	76,6	77,2	62,5	22,7	60,3	86,7
		$\pm 2,4$	$\pm 12,2$	$\pm 1,9$	$\pm 4,9$	$\pm 12,2$	$\pm 6,4$	$\pm 4,7$
CYS	%	61,4	56,5	77,8	74,0	19,1	62,0	83,2
		$\pm 21,6$	$\pm 13,3$	$\pm 5,1$	$\pm 8,8$	$\pm 37,9$	$\pm 2,9$	$\pm 6,5$
MET+CYS	%	74,5	66,3	77,5	69,1	20,6	61,3	84,8
		$\pm 12,0$	$\pm 11,1$	$\pm 3,4$	$\pm 4,9$	$\pm 26,0$	$\pm 1,1$	$\pm 3,0$
THR	%	81,6	70,8	80,0	57,3	-6,9	80,1	89,3
		$\pm 8,3$	$\pm 12,6$	$\pm 1,0$	$\pm 4,4$	$\pm 25,2$	$\pm 1,4$	$\pm 3,7$
TRP	%	74,3	59,5	81,3	63,6	23,9	73,3	88,8
		$\pm 9,9$	$\pm 19,5$	$\pm 0,3$	$\pm 0,7$	$\pm 12,4$	$\pm 4,9$	$\pm 3,9$
ILE	%	76,5	61,1	78,8	63,1	3,1	81,9	88,7
		$\pm 8,2$	$\pm 16,9$	$\pm 1,4$	$\pm 4,6$	$\pm 26,1$	$\pm 2,5$	$\pm 3,9$
ARG	%	76,7	62,1	75,3	67,7	31,3	85,9	90,6
		$\pm 8,5$	$\pm 13,9$	$\pm 2,8$	$\pm 4,5$	$\pm 29,8$	$\pm 3,6$	$\pm 3,1$
PHE	%	82,1	69,9	84,5	68,8	26,5	80,7	91,4
		$\pm 6,6$	$\pm 12,4$	$\pm 1,5$	$\pm 2,6$	$\pm 16,5$	$\pm 2,9$	$\pm 3,2$
HIS	%	91,4	75,1	68,3	78,9	47,6	66,3	93,9
		$\pm 4,7$	$\pm 18,7$	$\pm 3,7$	$\pm 3,8$	$\pm 17,2$	$\pm 15,0$	$\pm 3,4$
LEU	%	86,8	78,2	81,1	57,1	5,7	79,8	93,0
		$\pm 4,9$	$\pm 10,1$	$\pm 2,5$	$\pm 5,3$	$\pm 17,0$	$\pm 2,6$	$\pm 3,2$
TYR	%	87,0	67,9	71,8	62,5	5,3	76,2	92,6
		$\pm 5,6$	$\pm 14,1$	$\pm 6,3$	$\pm 7,4$	$\pm 41,5$	$\pm 8,8$	$\pm 4,6$
VAL	%	73,4	61,4	74,5	61,0	9,4	77,0	84,8
		$\pm 9,8$	$\pm 14,4$	$\pm 1,8$	$\pm 5,3$	$\pm 24,7$	$\pm 3,2$	$\pm 3,7$
ALA	%	82,1	70,9	69,2	39,3	-12,2	75,9	84,5
		$\pm 4,4$	$\pm 13,8$	$\pm 2,3$	$\pm 7,9$	$\pm 20,0$	$\pm 1,9$	$\pm 5,1$
ASP	%	76,1	63,0	71,9	54,0	13,7	86,2	89,8
		$\pm 7,5$	$\pm 18,7$	$\pm 0,9$	$\pm 2,7$	$\pm 17,0$	$\pm 2,1$	$\pm 3,4$
GLU	%	88,0	78,2	88,7	82,9	57,4	83,5	96,1
		$\pm 4,0$	$\pm 9,5$	$\pm 0,3$	$\pm 2,5$	$\pm 9,9$	$\pm 3,7$	$\pm 2,2$
PRO	%	83,3	71,3	81,1	82,4	38,8	36,6	93,4
		$\pm 6,8$	$\pm 11,7$	$\pm 3,4$	$\pm 4,0$	$\pm 24,5$	$\pm 22,9$	$\pm 3,9$
SER	%	68,3	62,3	80,2	66,0	0,3	85,4	87,2
		$\pm 13,3$	$\pm 12,6$	$\pm 2,2$	$\pm 4,9$	$\pm 36,0$	$\pm 2,9$	$\pm 2,8$
Som AZ	%	82,6	71,4	80,8	70,6	28,7	80,8	91,3
		$\pm 6,1$	$\pm 11,0$	$\pm 0,9$	$\pm 3,4$	$\pm 18,7$	$\pm 3,4$	$\pm 2,9$

Tabel 27 Procentuele afwijking aminozuurverteerbaarheid van de onderzochte biologische grondstoffen in vergelijking met de waarden in de Veevoedertabel in experiment 2

Aminozuur		Maïs goed	Maïs matig	Gerst	Triticale ¹	Rogge	Veldbonen ¹	Sojaschilfers
LYS	%	19,4	1,0	9,6	n.b.	-36,8	n.b.	3,4
MET	%	-0,3	-11,4	2,2	n.b.	-37,3	n.b.	2,7
CYS	%	-13,6	-18,5	7,8	n.b.	-40,9	n.b.	4,2
THR	%	6,6	-4,2	13,0	n.b.	-66,9	n.b.	6,3
TRP	%	-5,7	-20,5	8,3	n.b.	-36,1	n.b.	3,8
ILE	%	-7,5	-22,9	5,8	n.b.	-56,9	n.b.	2,7
ARG	%	-11,3	-25,9	-3,7	n.b.	-28,7	n.b.	2,6
PHE	%	-5,9	-18,1	7,5	n.b.	-33,5	n.b.	4,4
HIS	%	8,4	-7,9	-0,7	n.b.	-12,4	n.b.	7,9
LEU	%	-3,2	-11,8	6,1	n.b.	-54,3	n.b.	7,0
TYR	%	4,0	-15,1	-1,2	n.b.	-54,7	n.b.	6,6
VAL	%	-6,6	-18,6	0,5	n.b.	-50,6	n.b.	-0,2
ALA	%	-3,9	-15,1	1,2	n.b.	-72,2	n.b.	3,5
ASP	%	-2,9	-16,0	4,9	n.b.	-46,3	n.b.	2,8
GLU	%	1,0	-8,8	3,7	n.b.	-2,6	n.b.	6,1
PRO	%	-0,7	-12,7	0,1	n.b.	-21,2	n.b.	7,4
SER	%	-14,7	-20,7	7,2	n.b.	-59,7	n.b.	2,2

¹n.b.= verteringscoëfficiënten niet beschikbaar in Veevoedertabel

De totale aminozuurverteerbaarheid van rogge bedroeg 28,7%. Dit is redelijk in lijn met de verteerbaarheid van ruw eiwit (20,2%). De eiwitverteerbaarheid van rogge was ongeveer 40% lager dan de waarde uit de Veevoedertabel. Bij de overige grondstoffen varieerde de totale verteerbaarheid van aminozuren van 70,6% (triticale) tot 91,3% (sojaschilfers). De totale aminozuurverteerbaarheid van de beide maïskwaliteiten was in het algemeen lager dan de waarden uit de Veevoedertabel, hoewel tussen de individuele aminozuren grote verschillen zijn gevonden (van 26% lager tot 19% hoger). De aminozuurverteerbaarheid was bij gerst en sojaschilfers in het algemeen gunstiger ten opzichte van de Veevoedertabel.

Tabel 28 Omzetbare energie (OE) van de biologische grondstoffen (in Kcal/kg en MJ/kg), de OE-waarde in de Veevoedertabel (MJ/kg) en het verschil in OE tussen biologische grondstoffen en de Veevoedertabel (MJ/kg) in experiment 2

Nutriënt		Maïs goed	Maïs matig	Gerst	Triticale ¹	Rogge	Veldbonen ¹	Sojaschilfers
DS	g/kg	868	868	886	871	864	865	898
OE_lh (bepaald)	Kcal/kg	3242	3179	2805	2653	2268	2348	3016
OE_lh (bepaald)	MJ/kg	13,57	13,30	11,74	11,10	9,49	9,82	12,62
Correctie N=0	MJ/kg	0,20	0,33	0,49	0,11	0,08	0,96	0,20
OE_lh (Veevoedertabel)	MJ/kg	13,97	13,97	11,74	n.b.	11,53	n.b.	10,88
Vershil met Veevoedertabel	MJ/kg	-0,40	-0,67	0,00	n.b.	-2,04	n.b.	1,74

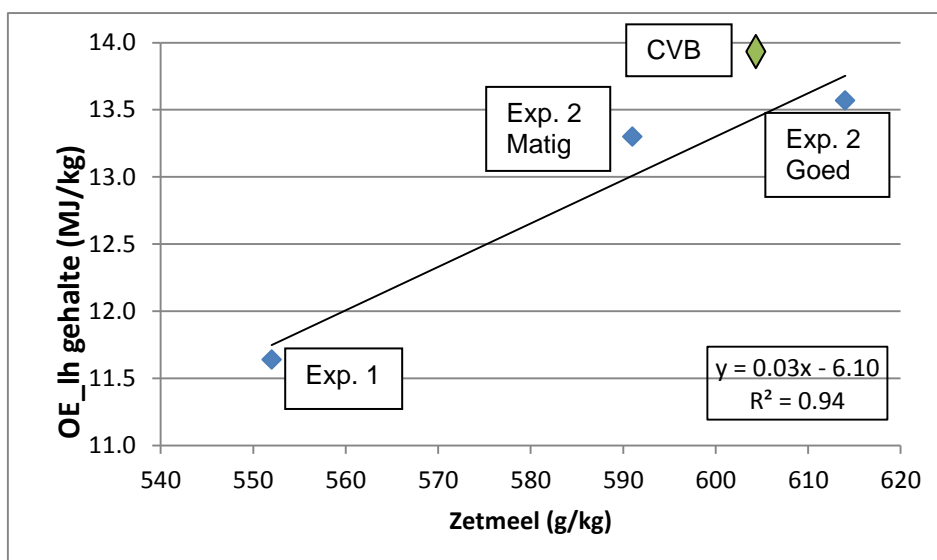
¹n.b.= waarden niet beschikbaar in Veevoedertabel

De OE van 'matige' maïs bedroeg 13,30 MJ/kg en van goede maïs 13,57 MJ/kg. Dit is enigszins lager dan de waarde van de Veevoedertabel. De OE van gerst komt exact overeen met de waarde van de Veevoedertabel. De verteerbaarheid van de onderzochte partij rogge was duidelijk lager in vergelijking met de Veevoedertabel, wat het verschil van 2,04 MJ/kg verklaart. Sojaschilfers kenmerkten zich door een goede eiwit- en vetverteerbaarheid, wat resulteerde in 1,74 MJ/kg hogere OE-waarde in vergelijking met de Veevoedertabel.

4 Discussie

In zijn algemeenheid kan gesteld worden dat de verteerbaarheid en voederwaarde van de in experiment 1 onderzochte grondstoffen matig tot slecht was. Uitzondering hierop vormden raapzaadschilfers en zonnebloemzaadschilfers. Deze grondstoffen bevatten meer vet dan de gangbaar geteelde varianten en hadden bovendien een hogere vetverteerbaarheid. Als gevolg bevatten deze grondstoffen ook meer omzetbare energie dan de gangbaar geteelde varianten. Hoewel het vetgehalte ook bij de biologische sesamschilfers fors hoger was ten opzichte van de Veevoedertabel, was de OE-waarde toch 0,97 MJ/kg lager dan de tabelwaarde. De grootste afwijkingen in OE-waarde zijn gevonden bij de erwten (-4,96 MJ/kg) en de getoaste sojabonen (-3,89). Het is de vraag of deze verschillen uitsluitend zijn toe te schrijven aan het feit dat de onderzochte grondstoffen van biologische herkomst waren.

Juist om deze vraag te kunnen beantwoorden, zijn in het tweede experiment twee kwaliteiten maïs meegenomen. Hieruit kwam naar voren dat de OE-waarde van biologisch geteelde maïs gemiddeld circa 4% (-0,54 MJ/kg) lager was dan gangbaar geteelde maïs. In experiment 1 was het verschil echter bijna 17% (-2,32 MJ/kg). Omdat het energiegehalte van maïs vooral samenhangt met het zetmeelgehalte is nagegaan of er een aantoonbare relatie was tussen het zetmeelgehalte van de drie batches maïs en het OE-niveau. Dit verband is in figuur 1 weergegeven.



Figuur 1 Relatie tussen zetmeelgehalte (g/kg) en OEIh-waarde (MJ/kg) bij maïs

Uit deze figuur blijkt dat elke 10 gram extra zetmeel resulteert in een stijging van 0,3 MJ OEIh ($R^2=0,94$). Het zetmeelgehalte van de in experiment 1 onderzochte maïs was ruim 60 gram lager ten opzichte van de in experiment 2 onderzochte goede maïs. Theoretisch zou er dan een verschil van 2,1 MJ/kg verwacht mogen worden. Dit komt redelijk goed overeen met het gemeten verschil van 1,9 MJ/kg. Op basis van het zetmeelgehalte lijkt de CVB Veevoedertabel de OE-waarde van biologisch geteelde maïs te hoog in te schatten.

Onduidelijk blijft waarom de gemeten OE-waarde van de in experiment 1 onderzochte tarwe, erwten, sesamschilfers en getoaste sojabonen zoveel lager uitkomt ten opzichte van de CVB tabel. Een mogelijk verschil is het feit dat de huidige resultaten voortvloeien uit actueel onderzoek met leghennen, terwijl de CVB tabel gebaseerd is op sterk verouderde data, die bovendien zijn verkregen op basis van onderzoek met volwassen hanen. Mogelijk verklaart dit een deel van de gevonden verschillen. Daarnaast is er mogelijk ook een verband met het matige prestatieniveau van de hennen in experiment 1 (zie tabel 5), wat duidt op een slechte voederbenutting. De hennen die voer kregen met tarwe, erwten, zonnebloemzaadschilfers en sesamschilfers hadden relatief hoge voederconversies. Juist bij deze behandelingen was er ook een relatief grote afwijking in voederwaarde ten opzichte van de Veevoedertabel. Dit zou betekenen dat het vaststellen van de voederwaarde afhangt van het prestatieniveau van een koppel. Als dit inderdaad het geval is, kunnen

de gevonden resultaten van experiment 1 niet als representatief beschouwd worden voor een goed producerend koppel biologisch gehouden leghennen.

Om meer zicht te krijgen op de relatie tussen de kwaliteit en de voederwaarde van een grondstof, zou elke grondstof minstens 3 keer onderzocht dienen te worden. Inmiddels is dit met maïs gebeurd (zie figuur 1). Voor deze grondstof is nu een redelijk helder verband aangetoond tussen de variatie in chemische samenstelling en de OE-waarde voor leghennen.

5 Conclusies

- De chemische samenstelling van de onderzochte biologische grondstoffen wijkt vaak aanzienlijk af van de gangbaar geteelde gewassen, zoals vermeld in de CVB Veevoedertabel. Het ruw eiwitgehalte van de onderzochte tarwe, maïs (exp. 1) en gerst was hoger, terwijl dat van rogge, raapzaad- en zonnebloemzaadschilfers juist lager was. Veldbonen en gerst bevatten minder zetmeel, terwijl het zetmeelgehalte in triticale en rogge hoger was. Alle onderzochte schilfers waren veel vetrijker dan de gangbaar geteelde varianten. Bij het samenstellen van biologische voeders kan dus niet uitgegaan worden van de vermelde gehalten van de grondstoffen in de CVB Veevoedertabel.
- De fecale verteerbaarheid van de onderzochte biologische grondstoffen wijkt vaak aanzienlijk af van de gangbaar geteelde gewassen. De vetverteerbaarheid van erwten, gerst, raapzaad- en zonnebloemzaadschilfers was hoger dan de gangbaar geteelde gewassen, terwijl vet in rogge slechter verteerde. De verteerbaarheid van ruw eiwit was bij tarwe, erwten, maïs (goed en matig; exp. 2) en rogge ongunstiger dan bij gangbaar geteelde gewassen, terwijl eiwit in sesam- en sojaschilfers juist beter verteerde.
- Als gevolg van de afwijkingen in zowel de chemische samenstelling als de verteerbaarheid wijkt ook de energiewaarde van de biologische grondstoffen af van de tabelwaarden voor gangbaar geteelde varianten. De OE van erwten was 5,0 MJ/kg lager, terwijl die van sojaschilfers 1,7 MJ/kg hoger was in vergelijking met de waarden in de CVB Veevoedertabel.
- De verteerbaarheid van de in experiment 2 onderzochte 'matige' maïs wijkt enigszins af van die van 'goede' maïs, wat uiteindelijk resulteert in een iets lagere OE-waarde (13,30 vs. 13,57 MJ/kg). De lage OE-waarde van de maïs uit exp. 1 (11,6 MJ/kg) lijkt samen te hangen met het lage zetmeelgehalte in deze batch.
- Zowel de verteerbaarheid als de OE-waarde van de in experiment 1 onderzochte grondstoffen tarwe, maïs, erwten, sesamschilfers en getoaste sojabonen zijn aanzienlijk lager dan de waarden vanuit de Veevoedertabel. Voor maïs kan dit verschil grotendeels verklaard worden vanuit het zetmeelgehalte. Bij de andere grondstoffen hebben we geen objectieve referenties. Per biologische grondstof zouden daarom minstens 3 verteringsstudies uitgevoerd moeten worden om goed in te kunnen schatten of deze lagere verteerbaarheden structureel zijn of als uitbijter beschouwd moeten worden.

Praktijktoepassing

Deze studie toont aan dat de huidige voederwaardecijfers in de Veevoedertabel van het CVB in veel gevallen niet representatief zijn voor biologische leghennen. Voor triticale en veldbonen zijn overigens helemaal geen tabelwaarden voor leghennen beschikbaar. De resultaten van deze grondstoffen in de huidige studie zijn daarmee echt uniek. Ten opzichte van de CVB Veevoedertabel waren er relatief geringe afwijkingen in verteerbaarheid en voederwaarde bij de biologisch geteelde grondstoffen: gerst, zonnebloemzaadschilfers en 'goede' en 'matige' maïs. De verteerbaarheid en voederwaarde van biologisch geteelde tarwe, erwten, sesamschilfers, getoaste sojabonen en rogge waren duidelijk slechter, terwijl deze bij biologisch geteelde raapzaadschilfers en sojaschilfers duidelijk beter waren. Op basis van de actuele chemische samenstelling van biologische grondstoffen en op basis van de verteerbaarheid van hun nutriënten, zoals vastgesteld in deze studie, kan de voederwaarde van deze grondstoffen in de praktijk nu goed geschat worden. Deze kennis maakt het mogelijk om goed uitgebalanceerde voeders samen te stellen die nauw aansluiten bij de behoeften van biologisch gehouden leghennen. Een goede balans in voersamenstelling is bevorderlijk voor het handhaven of verbeteren van dierprestaties, diergezondheid en milieuexcreties.

Literatuur

CVB. 2007. Veevoedertabel. Gegevens over chemische samenstelling, verteerbaarheid en voederwaarde van voedermiddelen. Centraal Veevoederbureau, Lelystad.

CVB. 2009. Concept protocol voor een verteringsonderzoek met leghennen ter bepaling van de omzetbare energie en fecale verteerbaarheid van nutriënten. Centraal Veevoederbureau, Lelystad.

Hill, F.W. en D.L. Anderson, 1958. Comparison of metabolisable energy and productive energy determination with growing chicks. *Journal of Nutrition* (64) p. 587 – 603.

Short, F.J., Gorton, P., Wiseman, J. & Boorman, K.N. (1996) Determination of titanium dioxide added as an inert marker in chicken digestibility studies. *Animal Feed Science and Technology*, **59**: 215-221.

Williams, C.H., David, D.J., Lismaa, 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
Amino-zuren	Az	NEN/ISO 13903 (2005)
Calcium	Ca	NEN/ISO 11885 (1998)
Fosfor	P	NEN/ISO 11885 (1998)
Natrium	Na	NEN/ISO 11885 (1998)
Kalium	K	NEN/ISO 11885 (1998)
Titanium	Ti	(Short et al., 1996; Myers et al., 2004)
Chroom	Cr	Williams et al. (1962)
Bruto energie	BE	ISO/DIS 9831 (1991)

¹ zie Veevoedertabel (CVB, 2007)

Het doel van Bioconnect is het verder ontwikkelen en versterken van de biologische landbouwsector door het initiëren en uitvoeren van onderzoeksprojecten. In Bioconnect werken ondernemers (van boer tot winkelvloer) samen met onderwijs- en onderzoeksinstellingen en adviesorganisaties. Dit leidt tot een vraaggestuurde aanpak die uniek is in Europa.



Het Ministerie van Economische Zaken, Landbouw en Innovatie is financier van de onderzoeksprojecten



Wageningen UR (University & Research centre) en het Louis Bolk Instituut zijn de uitvoerders van het onderzoek. Op dit moment zijn dit voor de biologische landbouwsector ongeveer 140 onderzoeksprojecten.



www.biokennis.nl

Pluimveevlees en eieren

Rapport 422