



De in vitro verteerbaarheid van gewelde maïs en maïsbijproduct en de in vivo verteerbaarheid van maïsbijproduct gemeten bij vleesvarkens

Auteurs: P. Bikker, M.M. van Krimpen, R.A. Dekker, P.G. van Wikselaar, J.T.M. van Diepen

De in vitro verteerbaarheid van gewelde maïs en maïsbijproduct en de in vivo verteerbaarheid van maïsbijproduct gemeten bij vleesvarkens

Auteurs: P. Bikker, M.M. van Krimpen, R.A. Dekker, P.G. van Wikselaar, J.T.M. van Diepen

Dit onderzoek is uitgevoerd door Wageningen UR Livestock Research, in opdracht van en mede gefinancierd door het Ministerie van Economische Zaken, in het kader van het privaat-publieke onderzoek 'Kleinschalige Bioraffinage' (PPS AF-12040) met als projectnummer BO-21.04-001-001.

Wageningen UR Livestock Research
Wageningen, oktober 2014

Livestock Research Report 788



© 2014 Wageningen UR Livestock Research, Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 480186,
E info.livestockresearch@wur.nl, www.wageningenUR.nl/livestockresearch. Livestock Research is
onderdeel van Wageningen UR (University & Research centre).

Livestock Research aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele schade voortvloeiend uit het
gebruik van de resultaten van dit onderzoek of de toepassing van de adviezen.

Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd en/of openbaar
gemaakt worden door middel van druk, fotokopie, microfilm of op welke wijze dan ook zonder
voorafgaande toestemming van de uitgever of auteur.



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

Inhoud

| | | |
|----------|--|-----------|
| | Samenvatting | 5 |
| 1 | Inleiding | 7 |
| 2 | In vitro verteerbaarheid van gewelde maïs en van het maïsbijproduct | 8 |
| | 2.1 Algemeen | 8 |
| | 2.2 Materiaal en methode | 8 |
| | 2.3 Resultaten in vitro verteerbaarheid | 9 |
| 3 | In vivo verteerbaarheid van het maïsbijproduct | 14 |
| | 3.1 Doel | 14 |
| | 3.2 Materiaal en methode | 14 |
| | 3.3 Resultaten | 16 |
| | 3.4 Discussie | 20 |
| | Literatuur | 23 |
| | Bijlage 1 Tijdschema van de proefuitvoering | 24 |
| | Bijlage 2 Samenstelling basisvoer | 25 |
| | Bijlage 3 Gewichtsontwikkeling van de dieren (kg) | 26 |
| | Bijlage 4 Samenstelling basisvoerders en maïsbijproduct | 27 |

Samenvatting

In het in vitro deel van dit onderzoek is de in vitro organische stof- en stikstofverteerbaarheid van gewelde maïs en van maïsbijsproduct bepaald. Als referentiegrondstoffen zijn in deze studie een eiwitrijke (sojaschroot) en een vezelrijke grondstof (kuilgras) meegenomen. Op basis van de in vitro resultaten is tevens nagegaan wat de voederwaardeprijs is van gewelde maïs en van maïsbijsproduct. De aminozuurgehalten van beide maïsbijsproducten, uitgedrukt per 100 g RE, zijn laag t.o.v. gewone maïs. De in vitro organische stofverteerbaarheid van maïs na wellen is vergelijkbaar met die van sojaschroot, terwijl die van maïsbijsproduct vergelijkbaar is met die van kuilgras. De in vitro N-verteerbaarheid van maïs na wellen en van de maïsresten is iets hoger tot vergelijkbaar met die van sojaschroot en duidelijk beter dan die van kuilgras.

Bij een prijsniveau boven de € 22,30/100 kg wordt gewelde maïs nog minimaal opgenomen in het voer. Bij eiwitrijk maïsbijsproduct (100% van het eiwit wordt verondersteld werkelijk eiwit te zijn) daalt het opnameniveau boven de € 17,85/100 kg sterk, terwijl dit bij het eiwitarme maïsbijsproduct (66% van het eiwit is werkelijk eiwit) het geval is bij een prijsniveau boven de € 16,35/100 kg.

In het in vivo deel van dit onderzoek is de voederwaarde van het maïsbijsproduct bepaald aan de hand van de samenstelling, de fecale vertering van Weende componenten en de ileale verteerbaarheid van aminozuren. Voor dit doel werden 8 (+2 reserve) dieren bij een gewicht van circa 20 kg operatief uitgerust met een SICV-cannule. Na een herstelperiode van 10 dagen werd de verteerbaarheid van een basisvoer en een basisvoer aangevuld met het maïsbijsproduct bepaald in twee rondes van 5 dagen voorperiode, 3 dagen (3 x 24 uur) mestverzamelperiode en twee dagen (2 x 12 uur) voor chymusverzameling met een rustdag tussen de twee verzameldagen. Voor gewinning aan het maïsbijsproduct werd tussen de eerste en tweede ronde een extra gewenningsperiode van 7 dagen ingevoegd. Twee dieren vielen uit gedurende de proef, zodat de verteerbaarheid op basis van gegevens van 8 dieren werd bepaald. De uitvoering van de proef werd bemoeilijkt doordat de varkens het rantsoen met maïsbijsproduct niet goed opnamen. Om voerresten zoveel mogelijk te beperken werd een voerschema van 2,4 keer de onderhoudsbehoefte gehanteerd en het aandeel maïsbijsproduct beperkt tot 20% op drogestofbasis.

De bepaalde nutriëntgehalten, de fecale vertering van de weende componenten, de energiewaarde en de ileale vertering van essentiële aminozuren is samengevat in onderstaande tabel. Vanwege een zeer hoog aandeel NH₃, gebruikt als buffer tijdens het fermentatieproces, bestond het ruw eiwit voor slechts circa de helft uit werkelijk eiwit. De spreiding op de bepaalde verteerbaarheid was aanzienlijk, mede doordat het aandeel nutriënten geleverd uit het testproduct relatief laag was. Vanwege enkele dieren met een (zeer) lage waarde voor de vertering van met name vet en aminozuren schatten we dat de fecale vetvertering en de ileale aminozurenvertering in onderstaande tabel circa 5-10% is onderschat. Het maïsbijsproduct is een eiwit- en vezelrijk product met een relatief lage energiewaarde en een matige aminozurenverteerbaarheid. De berekende voederwaarde van het maïsbijsproduct vertoont grote overeenkomst met die van gedroogde maïsspoeling uit de CVB-tabel (CVB, 2011).

Tabel 1 Gehalte en verteerbaarheid van nutriënten in het maïsbijsproduct zoals bepaald in deze studie

| | Gehalte, g/kg drogestof | Fecale vertering, % | Aminozuur | Gehalte, g/100 g werk. eiwit | Ileale vertering, % |
|-----------------|-------------------------|-----------------------|-----------|------------------------------|---------------------|
| Zetmeel | 42 | 100 ¹⁾ | LYS | 3.8 | 50 |
| Suiker | 4 | 100 ¹⁾ | MET | 2.4 | 79 |
| Ruw eiwit | 340 / 166 ²⁾ | 84 / 69 ²⁾ | THR | 3.8 | 55 |
| Ruw vet | 111 | 59 | ILE | 4.3 | 69 |
| Ruwe celstof | 110 | - | LEU | 13.1 | 82 |
| NSP | 607 | 73 | PHE | 5.2 | 68 |
| Organische stof | 965 | 76 | VAL | 5.7 | 65 |
| EW | 0.96 | - | HIS | 2.5 | 50 |
| | | | ARG | 2.9 | 59 |

1) Verteerbaarheid van zetmeel en suiker aangenomen als 100% conform CVB (2011)

2) Het tweede getal betreft werkelijk eiwit, na correctie voor NH₃

1 Inleiding

In Nederland wordt veel maïs verbouwd (ca. 250 000 ha) voornamelijk als voedermaïs en als cosubstraat voor de vergisting naar biogas/ elektriciteit. Evenals gras en biet kan dit gewas in Nederland hoge veldopbrengsten behalen tot ca. 20 ton droge stof/ha/ jaar. De waarde van deze 20 ton kan aanzienlijk worden verhoogd wanneer we er in slagen de verschillende componenten van de plant te scheiden. Per hectare gerekend bevat de kolf ca. 1 ton eiwit. Het eiwit is te winnen in een door Byosis (Zeafuels) samen met Acrres uitgewerkte proces, waarvan een DEMO in Lelystad in opstart is.

De PPS 'Kleinschalige Bioraffinage' heeft tot doel om de technische en economische kansen aan te geven van kleinschaligheid in het optimaal benutten van biomassastromen en tegelijkertijd de ontwikkeling en

implementatie van concrete business-cases die op dit concept gestoeld zijn te stimuleren.

Twee van deze biomassastromen zijn gewelde maïskorrels en een eiwitrijk maïsbijsproduct.

De gewelde maïs is ontstaan door de maïskorrels eerst in te kuilen met propionzuur, vervolgens te wellen bij een temperatuur van 60 – 80 °C, daarna te pletten, waarna de pH omhoog gebracht wordt naar ~5,5 met NH₄OH. Bij die laatste stap is circa 15 liter a 10-15% ammoniakoplossing gebruikt op de totale batch (400 kg maïskorrels op 800 liter water).

Het eiwitrijke maïsbijsproduct is het restproduct na vergisting, waarbij het aanwezige zetmeel is omgezet in suiker en ethanol. Tijdens de vergisting is de pH op 5-5,5 gehouden met dezelfde ammoniakoplossing als bij de gewelde maïs. Het restproduct van de vergister gaat door een trommelfilter, waarbij de grove delen worden uitgefilterd. Na de trommelfilter wordt het restproduct door een centrifuge gehaald, voor het uitfilteren van de fijne fractie. Dit wordt vanwege de bruine kleur ook wel de gistfractie genoemd. De fracties die achterbleven in de trommelfilter en centrifuge zijn samengevoegd. Dit mengsel wordt het maïsbijsproduct genoemd. Als gevolg van het toevoegen van de ammoniakoplossing aan beide processen is een deel van het eiwit in de gewelde maïs en in het maïsbijsproduct geen aminozuur-gebonden eiwit.

In opdracht van PPO (PPS Kleinschalige Bioraffinage) is de in vitro verteerbaarheid van deze gewelde maïs en van het maïsbijsproduct na fermentatie bepaald. Als referentiegrondstoffen zijn in deze studie sojaschroot en kuilgras meegenomen. Tevens is in deze studie de in vivo verteerbaarheid van het maïsbijsproduct bij varkens onderzocht. Dit rapport beschrijft zowel de resultaten van het in vitro als van het in vivo onderzoek.

2 In vitro verteerbaarheid van gewelde maïs en van het maïsbijproduct

2.1 Algemeen

Deel 1 beschrijft de gevolgde werkwijze en de resultaten van de in vitro verteerbaarheid van gewelde maïs en van maïsbijproduct. Als referentiegrondstoffen zijn in deze studie een eiwitrijke grondstof (sojaschroot) en een vezelrijke grondstof (kuilgras) meegenomen. Op basis van de in vitro resultaten is tevens nagegaan wat de voederwaardeprijs is van gewelde maïs en van maïsbijproduct.

2.2 Materiaal en methode

In vitro verteerbaarheid

Bij het vaststellen van de in vitro verteerbaarheid is de Boisen methode gevolgd (Boisen and Fernandez, 1997). Deze methode kent een korte en lange simulatie van het verteringsproces bij eenmagigen. De korte methode simuleert de verteerbaarheid van de maag en dunne darm. De lange methode simuleert bovendien de verteerbaarheid van de dikke darm. In deze studie is bij elk monster twee keer de korte en twee keer de lange methode toegepast.

De korte methode werkt als volgt:

Simulatie van de maag

- Toevoeging van fijn gemalen grondstof in een fosfaatbuffer oplossing (0.1M, pH = 6.0)
- Toevoeging van HCL → pH = 2.0 (aanzuring)
- Toevoeging van pepsine (eiwitafbraak)
- Inwerktijd van 2 uur bij een temperatuur van 39°C.

Simulatie van de dunne darm

- Toevoeging van het mengsel aan een fosfaatbuffer (0.2M, pH = 6.8)
- Toevoeging van pancreatine (vetoplossing)
- Inwerktijd van 4 uur bij een temperatuur van 39°C
- Verzamelen van het onverteerde materiaal via centrifugeren.

De lange methode voegt na de simulatie van de maag en dunne darm nog de volgende stap toe:

Simulatie van de dikke darm

- Toevoeging van het mengsel aan een 0.2M EDTA oplossing
- Toevoeging van azijnzuur → pH= 4.8
- Toevoeging van een multi-enzym complex (arabinase, cellulase, β-glucanase, hemicellulase, xylanase, pectinase)
- Inwerktijd van 18 uur bij een temperatuur van 39°C
- Verzamelen van het onverteerde materiaal via centrifugeren.

Economische evaluatie

Nagegaan is wat de voederwaardeprijs is van gewelde maïs en van het maïsbijproduct. Bij het maïsbijproduct zijn twee varianten meegenomen. In de ene variant is er vanuit gegaan dat al het ruw eiwit werkelijk eiwit is. In de andere variant is verondersteld dat het werkelijk eiwit tweederde deel van het ruw eiwit bedraagt en dat het resterende deel ammoniak is, dat voor een eenmagig dier geen voederwaarde heeft.

Er zijn voeroptimalisaties uitgevoerd met het mengvoer optimalisatieprogramma Bestmix, waarbij de maïsproducten zijn ingerekend in een vleesvarkensvoer. Er is vanuit gegaan dat de verteerbaarheid van de maïsproducten identiek is aan die van gewone maïs. De producten zijn wel opnieuw doorgerekend op basis van de chemische analyses. De prijs van de producten is gevarieerd, waarna is geregistreerd hoeveel van het product bij die prijs wordt opgenomen in het voer. De maïsproducten zijn omgerekend naar droog voer (88% droge stof), zodat ze in een mengvoer verwerkt zouden kunnen worden. In deze optimalisaties zijn voor de belangrijkste grondstoffen in het voer de volgende prijzen per 100 kg aangehouden: tarwe € 20,65, maïs € 21,55, zonnebloemzaadschroot € 17,65 en sojaschroot € 31,25.

2.3 Resultaten in vitro verteerbaarheid

Tabel 2 geeft het droge stofgehalte (g/kg product) en de geanalyseerde gehalten (g/kg ds) van het uitgangsmateriaal weer.

Tabel 2 *Het droge stofgehalte (g/kg product) en de geanalyseerde gehalten (g/kg ds) van het uitgangsmateriaal; als referentie zijn de gehalten van Maïs (CVB, 2007) vermeld*

| Nutriënt | Unit | Maïs na wellen | Maïs bijproduct | Soja- schroot | Kuil- gras | Maïs CVB |
|-----------------------------|---------|-------------------|--------------------|------------------|---------------|-------------|
| Drogestof uitgangsmateriaal | g/kg | 183.5 | 144.6 | 899.0 | 897.2 | 872 |
| Ruw as | g/kg DM | 17.6 | 24.8 | 72.5 | 101.9 | 13.8 |
| Organische stof | g/kg DM | 982.4 | 975.2 | 927.5 | 898.1 | 986.2 |
| Ruw vet | g/kg DM | 34.3 | 123.6 | 28.5 | 52.4 | 43.6 |
| Ruw eiwit (incl. ammoniak) | g/kg DM | 119.8 | 287.5 | 412.7 | 213.8 | 94.0 |
| Stikstof | g/kg DM | 19.2 | 46.0 | 66.0 | 34.2 | 15.0 |
| Ruwe celstof | g/kg DM | 30.6 | 129.5 | 38.9 | 221.8 | 25.2 |
| Zetmeel | g/kg DM | 652.8 | 38.6 | 10.4 | 10.4 | 715.6 |
| Suiker | g/kg DM | 1.7 | 6.6 | 136.7 | 38.4 | 13.8 |
| Ca | g/kg DM | 0.9 | 0.9 | 3.3 | 10.1 | 0.2 |
| P | g/kg DM | 2.5 | 2.9 | 8.7 | 4.5 | 3.1 |
| K | g/kg DM | 3.4 | 3.2 | 28.1 | 26.0 | 3.9 |
| Cl | g/kg DM | 0.6 | 0.8 | 1.0 | 0.6 | 0.7 |
| FE | g/kg DM | 1.37 | 1.24 | 0.11 | 0.49 | 0.03 |

De aminozuursamenstelling (in g/kg Ds) evenals de mate van lysine beschadiging (reactief lysine) van het uitgangsmateriaal is weergegeven in Tabel 3.

Tabel 3 Aminozuregehalten (g/kg DM) van het uitgangsmateriaal en van Maïs (CVB, 2007)

| Aminozuur | Unit | Maïs na wellen | Maïs bijproduct | Soja- schroot | Kuil- gras | Maïs CVB |
|-------------------|---------|-------------------|--------------------|------------------|---------------|-------------|
| LYS | g/kg DM | 1.26 | 5.49 | 34.53 | 11.35 | 2.75 |
| ASP | g/kg DM | 3.28 | 10.69 | 64.61 | 21.77 | 6.31 |
| THR | g/kg DM | 1.77 | 7.10 | 21.73 | 9.05 | 3.44 |
| SER | g/kg DM | 1.55 | 8.09 | 28.41 | 8.09 | 4.47 |
| GLU | g/kg DM | 12.64 | 31.17 | 99.14 | 16.39 | 16.97 |
| GLY | g/kg DM | 2.83 | 7.21 | 23.95 | 10.07 | 3.67 |
| ALA | g/kg DM | 8.78 | 18.79 | 24.51 | 15.53 | 7.11 |
| VAL | g/kg DM | 4.06 | 10.03 | 26.74 | 12.77 | 4.47 |
| ILE | g/kg DM | 3.01 | 7.36 | 25.62 | 9.78 | 3.21 |
| LEU | g/kg DM | 9.91 | 23.53 | 42.88 | 16.75 | 11.35 |
| TYR | g/kg DM | 2.29 | 6.33 | 20.61 | 5.74 | 3.44 |
| PHE | g/kg DM | 3.34 | 9.13 | 28.96 | 10.70 | 4.47 |
| HIS | g/kg DM | 1.65 | 4.58 | 15.03 | 5.58 | 2.87 |
| ARG | g/kg DM | 1.37 | 4.98 | 41.77 | 2.76 | 4.47 |
| Reactief lysine % | | 28.42 | 20.12 | - - - | 67.04 | - - - |

Op droge stofbasis zijn alle aminozuregehalten van maïs na wellen lager dan die van kuilgras. Sommige aminozuregehalten van het maïsproduct liggen onder die van kuilgras, sommige aminozuregehalten zijn gelijk, terwijl sommige aminozuregehalten aanzienlijk hoger liggen dan die van kuilgras. De mate van lysinebeschadiging ligt voor beide maïsproducten op een laag niveau. Bij het drogen van het kuilgras is er veel eiwitbeschadiging opgetreden.

In tabel 4 zijn de aminozuregehalten weergegeven in gram per 100 g ruw eiwit.

Tabel 4 Aminozuregehalten van het uitgangsmateriaal in gram per 100 g ruw eiwit (inclusief ammoniak)

| | | Maïs na wellen | Maïsproduct | Sojaschroot | Kuilgras | Maïs CVB |
|-----|------------|----------------|-------------|-------------|----------|----------|
| LYS | g/100 g RE | 1.05 | 1.91 | 6.20 | 5.31 | 2.9 |
| ASP | g/100 g RE | 2.74 | 3.72 | 11.60 | 10.18 | 6.7 |
| THR | g/100 g RE | 1.47 | 2.47 | 3.90 | 4.23 | 3.6 |
| SER | g/100 g RE | 1.29 | 2.81 | 5.10 | 3.78 | 4.8 |
| GLU | g/100 g RE | 10.55 | 10.84 | 17.79 | 7.66 | 18.1 |
| GLY | g/100 g RE | 2.36 | 2.51 | 4.30 | 4.71 | 3.9 |
| ALA | g/100 g RE | 7.33 | 6.54 | 4.40 | 7.26 | 7.5 |
| VAL | g/100 g RE | 3.39 | 3.49 | 4.80 | 5.97 | 4.8 |
| ILE | g/100 g RE | 2.52 | 2.56 | 4.60 | 4.57 | 3.4 |
| LEU | g/100 g RE | 8.27 | 8.18 | 7.70 | 7.83 | 12.1 |
| TYR | g/100 g RE | 1.91 | 2.20 | 3.70 | 2.69 | 3.7 |
| PHE | g/100 g RE | 2.79 | 3.17 | 5.20 | 5.01 | 4.8 |
| HIS | g/100 g RE | 1.37 | 1.59 | 2.70 | 2.61 | 3.0 |
| ARG | g/100 g RE | 1.14 | 1.73 | 7.50 | 1.29 | 4.7 |

De aminozuregehalten van beide maïsproducten, uitgedrukt per 100 g RE, zijn laag t.o.v. gewone maïs (CVB Tabel). Zeer waarschijnlijk hangt dit samen met het feit dat een deel van het eiwit afkomstig is van de ammoniak, die toegevoegd is tijdens het productieproces.

Tabel 5 geeft voor de korte en lange methode de verteerbaarheid (%) van de organische stof weer, terwijl in tabel 6 de hoeveelheid verteerde organische stof (g/kg ds) is weergegeven.

Tabel 5 *Verteerbaarheid (%) van de organische stof voor de korte en lange methode van de maïsproducten, sojaschroot en kuilgras*

| Organische stofverteerbaarheid (%) | Maïs na wellen | Maïsbijproduct | Sojaschroot | Kuilgras |
|------------------------------------|----------------|----------------|-------------|----------|
| Simulatie dunne darm 1 | 77.0 | 31.3 | 56.8 | 34.1 |
| Simulatie dunne darm 2 | 59.4 | 40.2 | 61.9 | 36.0 |
| Gemiddeld dunne darm | 68.2 | 35.8 | 59.4 | 35.1 |
| Simulatie dunne + dikke darm 1 | 83.8 | 34.2 | 79.6 | 42.4 |
| Simulatie dunne + dikke darm 2 | 50.3 | 3.4 | 78.2 | 38.0 |
| Gemiddeld dunne + dikke darm | 67.1 | 18.8 | 78.9 | 40.2 |

Tabel 6 *De hoeveelheid verteerde organische stof (g/kg ds) voor de korte en lange methode van de maïsproducten, sojaschroot en kuilgras*

| Organische stofverteerbaarheid | | Maïs na wellen | Maïsbijproduct | Sojaschroot | Kuilgras |
|--------------------------------|---------|----------------|----------------|-------------|----------|
| Simulatie dunne darm 1 | g/kg DM | 756 | 306 | 527 | 306 |
| Simulatie dunne darm 2 | g/kg DM | 583 | 392 | 574 | 323 |
| Gemiddeld dunne darm | g/kg DM | 670 | 349 | 550 | 315 |
| Simulatie dunne + dikke darm 1 | g/kg DM | 823 | 334 | 738 | 381 |
| Simulatie dunne + dikke darm 2 | g/kg DM | 494 | 33 | 725 | 341 |
| Gemiddeld dunne + dikke darm | g/kg DM | 659 | 184 | 732 | 361 |

Ten opzichte van de andere producten heeft gewelde maïs op dunne darmniveau de hoogste organische stof (OS) verteerbaarheid. De korte stap leverde gemiddeld een OS-verteerbaarheid van 68.2% op. De lange stap had een gemiddelde verteerbaarheid van 67.1%. Volgens de CVB-tabel (2007) is de OS-verteerbaarheid van maïs bij varkens 90.8%.

Sojaschroot geeft een gemiddelde OS-verteerbaarheid van 78.9%. Volgens de CVB tabel is de OS-verteerbaarheid bij varkens 85.7%. De OS-verteerbaarheid van kuilgras bedroeg gemiddeld 36.1%, terwijl de OS-verteerbaarheid van grasmeel bij varkens volgens de CVB-tabel 62.5% bedraagt.

De OS-verteerbaarheid van het maïsbijproduct ligt op hetzelfde niveau als die van kuilgras.

Samenvattend is de in vitro OS-verteerbaarheid van maïs na wellen vergelijkbaar met die van sojaschroot, terwijl die van maïsbijproduct vergelijkbaar is met die van kuilgras.

Tabel 7 geeft voor de korte en lange methode de stikstofverteerbaarheid (%) weer, terwijl in tabel 8 de hoeveelheid verteerd eiwit (g/kg ds) is weergegeven.

Tabel 7 *Stikstofverteerbaarheid incl. ammoniak (%) voor de korte en lange methode van de maïsproducten, sojaschroot en kuilgras*

| Stikstof verteerbaarheid (%) | Maïs na wellen | Maïsbijproduct | Sojaschroot | Kuilgras |
|--------------------------------|----------------|----------------|-------------|----------|
| Simulatie dunne darm 1 | 82.21 | 69.52 | 66.90 | 62.10 |
| Simulatie dunne darm 2 | 62.81 | 78.64 | 71.50 | 64.20 |
| Gemiddeld dunne darm | 72.51 | 74.08 | 69.20 | 63.15 |
| Simulatie dunne + dikke darm 1 | 80.48 | 65.87 | 78.20 | 48.10 |
| Simulatie dunne + dikke darm 2 | -1.58 | 13.00 | 77.00 | 40.90 |
| Gemiddeld dunne + dikke darm | - - - | - - - | 77.60 | 44.50 |

Tabel 8 *De hoeveelheid verteerbaar ruw eiwit inclusief ammoniak (g/kg ds) voor de korte en lange methode van de maïsproducten, sojaschroot en kuilgras*

| Verteerbaar ruw eiwit | | Maïs na wellen | Maïsbijproduct | Sojaschroot | Kuilgras |
|---------------------------------------|---------|----------------|----------------|-------------|----------|
| Simulatie dunne darm 1 | g/kg DM | 98.50 | 199.88 | 276.08 | 132.76 |
| Simulatie dunne darm 2 | g/kg DM | 75.25 | 226.10 | 295.07 | 137.25 |
| Gemiddeld dunne darm | g/kg DM | 86.88 | 212.99 | 285.58 | 135.01 |
| Simulatie dunne + dikke darm 1g/kg DM | | 96.43 | 189.40 | 322.72 | 102.83 |
| Simulatie dunne + dikke darm 2g/kg DM | | -1.90 | 37.38 | 317.76 | 87.44 |
| Gemiddeld dunne + dikke darm g/kg DM | | - - - | - - - | 320.24 | 95.14 |

De N-verteerbaarheid van gewelde maïs bedroeg op dunne darmniveau 72.5% en op dikke darmniveau 80.5% (de negatieve waarde van simulatie 2 moet als een uitbijter beschouwd worden). De N-verteerbaarheid van maïs is volgens de CVB-tabel bij varkens 74.4% en bij vleeskuikens 85.3%. De resultaten van de in vitro N-verteerbaarheid van gewelde maïs komen dus redelijk overeen met die van onbehandelde maïs volgens de CVB-tabel.

De N-verteerbaarheid van de korte simulatie van het maïsbijproduct bedroeg gemiddeld 74.1%. De N-verteerbaarheid van het maïsbijproduct op dikke darmniveau was lager, waarbij het resultaat van de tweede simulatie als uitbijter beschouwd moet worden.

De N-verteerbaarheid van sojaschroot bedroeg gemiddeld 77.6%, terwijl deze volgens de CVB tabel bij varkens 93.6% en bij vleeskuikens 85.0% bedraagt.

Volgens de CVB-tabel is de N-verteerbaarheid van grasmeel 50%. Dit komt redelijk overeen met het gemiddelde N-verteerbaarheid van de korte en lange methode bij kuilgras.

Samenvattend is de in vitro N-verteerbaarheid van maïs na wellen en van de maïsresten iets hoger tot vergelijkbaar met die van sojaschroot en duidelijk beter dan die van kuilgras.

Tabel 9, 10 en 11 laten het verband zien tussen de prijs van de maïsproducten (in euro per 100 kg droog product) en het opnameniveau in vleesvarkensvoer. Hieruit blijkt dat gewelde maïs bij een prijsniveau boven de € 22,30 nog minimaal wordt opgenomen. Bij het eiwitrijke maïsproduct (100% van het eiwit wordt verondersteld werkelijk eiwit te zijn) daalt het opnameniveau boven de € 17,85 sterk, terwijl dit bij het eiwitarme maïsproduct (66% van het eiwit is werkelijk eiwit) het geval is bij een prijsniveau van € 16,35.

Tabel 9 Berekend aandeel van **gewelde maïs** in vleesvarkensvoer afhankelijk van de grondstofprijs

| Prijs gewelde maïs (€ per 100 kg) | Aandeel gewelde maïs (%) |
|--------------------------------------|--------------------------|
| <3,20 | 75,57 |
| 3,20 – 5,30 | 74,30 |
| 5,35 – 9,90 | 71,67 |
| 9,95 – 12,35 | 71,10 |
| 12,40 – 18,75 | 71,07 |
| 18,80 – 18,90 | 70,41 |
| 18,95 – 20,05 | 70,13 |
| 20,10 – 20,15 | 66,52 |
| 20,20 – 20,30 | 51,99 |
| 20,35 – 20,90 | 49,39 |
| 20,95 – 21,00 | 35,09 |
| 21,05 - 21,10 | 34,45 |
| 21,15 - 21,25 | 26,30 |
| 21,30 - 21,70 | 13,32 |
| 21,75 - 22,15 | 12,68 |
| 22,20 | 12,25 |
| 22,25 - 22,30 | 10,63 |
| 22,35 | 2,45 |
| >22,35 | 0 |

Tabel 10 Berekend aandeel van **eiwitrijk maïsproduct** (287.5 g RE/kg DM) in vleesvarkensvoer afhankelijk van de grondstofprijs

| Prijs eiwitrijke maïs-bijproduct (€ per 100 kg) | Aandeel eiwitrijk maïsproduct (%) |
|---|-----------------------------------|
| <2,10 | 20,80 |
| 2,10 - 6,00 | 20,76 |
| 6,05 - 13,40 | 18,91 |
| 13,45 - 16,55 | 18,07 |
| 16,60 - 17,85 | 17,75 |
| 17,90 | 3,25 |
| 17,95 - 18,10 | 1,73 |
| >18,10 | 0 |

Tabel 11 Berekend aandeel van **eiwitarm maïsproduct** (190 g RE/kg DM) in vleesvarkensvoer afhankelijk van de grondstofprijs

| Prijs eiwitarm maïs-bijproduct(€ per 100 kg) | Aandeel eiwitarm maïsproduct (%) |
|--|----------------------------------|
| <12,75 | 24,71 |
| 12,75 - 13,85 | 22,44 |
| 13,90 - 14,95 | 19,34 |
| 15,00 - 15,80 | 17,65 |
| 15,85 - 16,35 | 8,81 |
| 16,40 | 5,23 |
| 16,45 | 2,90 |
| 16,50 | 2,50 |
| >16,50 | 0 |

3 In vivo verteerbaarheid van het maïsbijproduct

3.1 Doel

Doel van onderzoek was het bepalen van de ileale vertering van eiwit en aminozuren en de fecale vertering van energie leverende componenten ten behoeve van het bepalen van de voederwaarde van dit maïsbijproduct.

3.2 Materiaal en methode

Algemene proefopzet

De proef is uitgevoerd als een klassieke verteringproef met twee proefbehandelingen en 10 varkens in twee rondes.

Proefbehandelingen

- A1 Basisvoer
- A2 Basisvoer + maïsbijproduct

In de eerste ronde kreeg de helft van de varkens het basisvoer en de andere helft het basisvoer met maïsbijproduct, in de tweede ronde werden de behandelingen omgewisseld. De verteerbaarheid van beide rantsoenen werd bepaald en uit het verschil werd de verteerbaarheid van het maïsbijproduct berekend. Deze methode werd toegepast omdat het niet mogelijk is de verteerbaarheid rechtstreeks te bepalen door het maïsbijproduct als enige voedermiddel aan de dieren te verstrekken.

Dieren en uitvoering

Voor deze proef werden 10 gecastreerde mannelijke dieren (8 + 2 reservedieren) (lijn TNNZZ) aangekocht van VOF van Beek, de vaste leverancier van proefdieren, bij een gewicht van 20 ± 1.6 kg. Om de vertering van eiwit en aminozuren in de dunne darm te kunnen bepalen werden de dieren na een gewenningsperiode van 4 dagen operatief van een cannule voorzien bij de overgang van ileum naar caecum volgens een standaard protocol (SOP 00-28-1051 cannulatie in varkens met SICV / PVTC canule). Aansluitend werden de dieren op basis van gewicht en toom van herkomst toegewezen aan de proefbehandelingen. Na een herstelperiode van 10 dagen waarin de dieren tevens geleidelijk konden wennen aan de proefvoerders begon de eerste voorperiode van 5 dagen, gevolgd door een periode van 3 dagen (3x24 uur) om faeces te verzamelen, en 3 dagen waarin op twee dagen (2x12 uur) chymus te verzamelen. Het was de bedoeling hierna gedurende 3 dagen de behandeling om te wisselen en over te schakelen naar het andere rantsoen. Omdat de varkens die moesten omschakelen van het basisvoer naar het basisvoer met maïsbijproduct hun rantsoen echter zeer slecht opnamen en grote voerresten hadden van overwegend maïsbijproduct werd besloten de voorperiode met een week te verlengen. Aansluitend volgden weer de twee perioden om faeces en chymus te verzamelen zoals hiervoor omschreven. Het tijdschema is weergegeven in bijlage 1.

Huisvesting

De proef werd uitgevoerd in de Proefaccommodatie DB van het Centraal Veterinair Instituut aan de Runderweg, stal 160-20. De varkens werden gedurende de gehele proefperiode gehuisvest in stofwisselingskooien van 1,3 x 1,3 m met plexiglas wanden en plastic gecoat tenderfoot rooster in overeenstemming met SOP 00-28-1567 (individuele huisvesting op metabolisme kooien). Alle hokken hadden een voertrog aan de voorkant van het hok en geen drinknippel omdat drinkwater tegelijk met en in een vaste verhouding tot het voer werd verstrekt. De staltemperatuur was 24°C bij aankomst van de dieren en werd gedurende de proefperiode geleidelijk naar 20 °C verlaagd. De ruimte werd verlicht van 05.00 tot 20.00 uur; 's nachts werd de verlichting gedimd. In onderstaand schema is de verdeling van de hokken over de proefbehandelingen weergegeven.

Tabel 12 Verdeling van de behandelingen over de hokken en dieren.

| Dier | | | | | | | | | | |
|---------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| Hok | | | | | | | | | | |
| Ronde 1 | A1 | A2 | A1 | A2 | A1 | A2 | A1 | A2 | A1 | A2 |
| Ronde 2 | A2 | A1 | A2 | A1 | A2 | A1 | A2 | A1 | A2 | A1 |

1) Dier 1-4 (blok 1 en 2) geopereerd op dag 5, dier 5-8 (blok 3 en 4) geopereerd op dag 6, dier 9 en -10 (blok 5, reserve) geopereerd op dag 7.

Rantsoen en voerschema

Algemeen

Na aanvoer werden de biggen voor de operatie met het commercieel voer van het opfokbedrijf gevoerd, waarbij de verstrekking voor de operatie geleidelijk over ging van droogvoer naar brijvoer om de dieren hieraan te wennen. Er werd tweemaal daags brij volgens een voerschema van 2,8 x de onderhoudsbehoefte (293 kJ per kg LW^{0,75}), gebaseerd op het laatste diergewicht plus de verwachte groei. Als groei na herstel van de operatie werd 400 g/d gehanteerd.

De dieren vastten vanaf de dag voor de operatie. Na de operatie werd de voergift geleidelijk opgebouwd volgens een aangeleverd voerschema overeenkomstig SOP 00-28-1052 (vast- en medicatieschema). Het voer werd per dier in twee gelijke porties per dag afgewogen op 10 g nauwkeurig en verstrekt om 8.00 en 15.30 uur. Vanaf de dag vóór het verzamelen van faeces tot aan de laatste dag chymusverzameling werd met een tussentijd van 12.00 uur gevoerd om 6:00 en 18:00 u. Het voer werd als brij met een drogestofpercentage van 25% verstrekt.

Basisvoer

Tijdens de proefperiode bestond het basisrantsoen (bijlage 2) uit goed verteerbare grondstoffen, voornamelijk zetmeel, suiker en goed verteerbaar aardappelwit en maïsglutenmeel om interactie met de vertering van het maïsproduct te beperken. Daarnaast leverde het basisvoer de benodigde micronutriënten: vitamines en mineralen, en zuivere aminozuren. Titanium werd toegevoegd als onverteerbare marker om de verteerbaarheid te bepalen. Van het basisvoer werden 2 varianten gemaakt. Basisvoer A1 werd verstrekt als compleet voer, basisvoer A2 in combinatie met het maïsproduct. In basisvoer A2 waren de gehalten aan micronutriënten verhoogd om ervoor te zorgen dat deze ook in combinatie met het maïsproduct voldoende aanwezig zouden zijn.

Maïsproduct

Het maïsproduct werd in twee keer aangeleverd in 4 grote (ca. 50 L met afgezeefde maïsfractie) en 4 kleine (ca. 30 L met gistachtige fractie) vaten en gekoeld (7°C) opgeslagen. Omdat de inhoud op het oog aanmerkelijk varieerde tussen de vaten en het noodzakelijk is gedurende een verteringsproef een voer met constante en representatieve samenstelling te vertrekken werd de inhoud van de aangeleverd vaten in een grote vat (500 L) samengevoegd, gehomogeniseerd en vervolgens over circa 15 emmers (25 L) verdeeld. Deze emmers werden opgeslagen in de vriezer (-20°C) en gedurende de uitvoering van de proef steeds naar behoefte enkele dagen van te voren geleidelijk ontdooid voor gebruik.

Rantsoen

Het voer werd als brij met een drogestofpercentage van 25% aan de dieren verstrekt. Vooraf werd het drogestofpercentage van een representatief monster maïsbijsproduct (zie boven) bepaald op 12.1%. Hiermee werd de gewenste combinatie van basisvoer A1 en water of basisvoer A2, maïsbijsproduct en water berekend. Aanvankelijk was het de bedoeling om op basis van drogestof 25% maïsbijsproduct in het rantsoen op te nemen en het rantsoen te verstrekken op een niveau van 2,8 x de onderhoudsbehoefte (293 J NE/kg LW^{0.75}). Tijdens de periode van gewenning aan de proefvoerders bleek dat de varkens grote voerresten hadden waarbij op het oog met name selectief basisvoer werd opgenomen en maïsbijsproduct in de bak achterbleef. Dit is problematisch bij het bepalen van de verteerbaarheid omdat deze in principe is gebaseerd op volledige opname van het rantsoen. Ervan uitgaande dat geen ontmenging van het basisvoer optreedt is het weliswaar mogelijk om met de markerstof het aandeel basisvoer in de voerrest te berekenen, maar er was waarschijnlijk een selectieve opname uit het verstrekte maïsproduct. De voerrest bestond bij visuele inspectie in het algemeen uit een groter aandeel maïsvliesjes en een lager aandeel van de vloeibare fase. Om het risico op grote voerresten te verminderen is het voerschema verlaagd naar 2,4 x de onderhoudsbehoefte en is het aandeel maïsbijsproduct teruggebracht naar 20% van de drogestof.

Waarnemingen

- De dieren werden gewogen bij aankomst, de dag voorafgaand aan elke voorperiode en na afloop van de proef.
- De voergift werd dagelijks geregistreerd, voerresten werden dagelijks teruggewogen en in de hoofdperiode bewaard (-20°C) en geanalyseerd.
- Voorafgaand aan verzamelen van faeces werden de hokken schoongemaakt. Aansluitend kregen de dieren hun voer en begon de verzamelperiode. Gedurende 3 maal 24 uur werd zoveel mogelijk schone mest per dier verzameld en in een afgesloten emmer gekoeld bewaard. Mest waarover was geürineerd werd niet verzameld. Volledig kwantitatieve verzameling met faeces was niet nodig omdat aan het voer een markerstof was toegevoegd op basis waarvan de vertering werd berekend.
- Aansluitend werd gedurende 2 maal 12 uur chymus verzameld in plastic zakjes bevestigd aan de cannules. De gelabelde zakjes werden ca. 1 maal per uur vervangen, gepoold per dier per dag en in de vriezer (-20°C) bewaard tot analyse. Tussen de twee dagen kregen de dieren een dag rust voor herstel en voldoende opname van nutriënten.

3.3 Resultaten

Proefverloop

De dieren zijn goed hersteld na de operatie, maar op dag 30 van de proef is een dier uitgevallen. Dit dier had de canule er uit geschuurd en daarbij de huid ingescheurd. Na hechting (onder behandeling met ketamine/midazolam/fynadine) had dit dier zeer grote voerresten en is het voor een beter herstel op het controlevoer gezet. De voerresten bleven echter aanwezig en de hechting herstelde niet voldoende zodat de canule er weer uit ging. Door een verdere inscheuring is besloten dit dier uit de proef te nemen en in te laten slapen met een euthasolinjectie. Over het geheel genomen is de proef vrij moeizaam verlopen, met name doordat de varkens lange tijd nodig hadden om aan het rantsoen met maïsbijsproduct te wennen en omdat de meeste dieren regelmatig aanzienlijke voerresten hadden. De langere adaptatieperiode en de aanpassingen in het aandeel maïsbijsproduct in het rantsoen en in de dagelijkse voergift hebben dit slechts te dele kunnen ondervangen. Door de relatief lage voeropname was ook de groei van de dieren relatief laag; de gewichtontwikkeling is weergegeven in bijlage 3.

Van de 9 overgebleven dieren konden 8 waarnemingen verdeeld over de 2 rondes gebruikt worden voor het bepalen van de verteerbaarheid van het basisvoer. Eén dier viel hierbij af omdat dit dier in de eerste ronde een deel van de eigen mest op at. In de tweede ronde is dit ondervangen door een plastic zak aan het dier te bevestigen waarin de mest werd opgevangen. Van de 9 dieren konden 7 waarnemingen verdeeld over de 2 rondes gebruikt worden voor het bepalen van de verteerbaarheid van het rantsoen met maïsbijsproduct. De andere 2 dieren hadden een dermate grote voerrest dat

gebruikt van deze gegevens niet zinvol werd geacht. Ook de genoemde 7 dieren hadden over het algemeen voerresten. Door terugwegen en analyse van deze voerresten is hiervoor zo goed mogelijk gecorrigeerd.

Voersamenstelling

De geanalyseerde samenstelling van het basisvoer en het maïsproduct is samengevat in tabel 13. De volledige berekende en bepaalde samenstelling, inclusief aminozuren is weergegeven in bijlage 4. Over het geheel genomen kwam de geanalyseerde samenstelling goed overeen met de berekende samenstelling op basis van de grondstoffen zoals weergegeven in de CVB-tabel (CVB, 2011). Het maïsproduct had een hoog ruw eiwitgehalte van 341 g/kg drogestof, maar de helft hiervan bestond uit NH₃.

Tabel 13 Samenstelling van de basisvoerders (g/kg vers) en het maïsproduct (g/kg drogestof)

| | Basisvoer A1 | Basisvoer A2 | Maïsproduct |
|-------------------|--------------|--------------|-------------------|
| Drogestof | 893 | 900 | 134 |
| Anorganische stof | 35,4 | 65,4 | 35,0 |
| Ruw eiwit | 72,6 | 69,2 | 341 ¹⁾ |
| Ruw vet | 15,8 | 14,7 | 111 ⁾ |
| Ruwe celstof | 31,3 | 31,4 | 110 |
| Zetmeel | 581 | 575 | 42 |
| Suiker | 91,6 | 88,5 | 4 |
| Titanium | 2,64 | 4,67 | <0.1 |

¹⁾ Bepaald in vers materiaal. Totaal N-gehalte 54,5 g/kg DS waarvan 27,9 g (51%) NH₃-N. Na vriesdrogen was het RE-gehalte 318 g/kg DS.

Faecale verteerbaarheid

In tabel 14 zijn de resultaten voor de faecale vertering weergegeven. Om te corrigeren voor de voerresten is hierin het gehalte aan titanium geanalyseerd en is hiermee het aandeel basisvoer in de drogestof van de voerrest berekend. Vervolgens is voor de overige nutriënten in de voerrest berekend hoeveel hiervan afkomstig was van het basisvoer, waarbij werd aangenomen dat de voerrest afkomstig van basisvoer een gelijke samenstelling heeft als het basisvoer zelf, ofwel dat er geen ontmenging van het basisvoer is opgetreden.

Tabel 14 Opname en faecale vertering van het basisvoer¹⁾ (bovenste deel) en van het maïsbyproduct (onderste deel) na correctie voor de verteerbaarheid van het basisvoer in het gemengde rantsoen.

| hok | ronde | Voer | | | Opn. | | | VC | | | | | | |
|---------|-------|-------|------|-------|-------|------|-------|-------------|-------------|-------------|-----------------|------------------|-------------|-------------|
| | | Basis | Maïs | %maïs | Basis | Maïs | %maïs | DS | OS | RE | NH ₃ | WE ²⁾ | RV | NSP |
| hok 1 | HP1 | 2045 | - | - | 2045 | - | - | 93.5 | 94.9 | 84.3 | - | - | 76.3 | 69.2 |
| hok 3 | HP1 | 2039 | - | - | 2039 | - | - | 94.5 | 95.8 | 82.8 | - | - | 74.2 | 78.3 |
| hok 5 | HP1 | 2114 | - | - | 2114 | - | - | 92.7 | 94.1 | 90.6 | - | - | 82.2 | 56.8 |
| hok 9 | HP1 | 1905 | - | - | 1905 | - | - | 92.4 | 93.9 | 75.4 | - | - | 65.7 | 68.4 |
| hok 4 | HP2 | 2221 | - | - | 2221 | - | - | 94.3 | 95.9 | 87.4 | - | - | 76.5 | 76.4 |
| hok 6 | HP2 | 2188 | - | - | 2188 | - | - | 93.9 | 95.6 | 88.7 | - | - | 79.3 | 71.8 |
| hok 8 | HP2 | 2244 | - | - | 2244 | - | - | 92.6 | 94.1 | 90.2 | - | - | 84.4 | 57.6 |
| hok 10 | HP2 | 2114 | - | - | 2114 | - | - | 92.7 | 94.1 | 91.1 | - | - | 86.5 | 55.8 |
| Gemidd. | | | | | | | | 93.3 | 94.8 | 86.3 | - | - | 78.1 | 66.8 |
| SD | | | | | | | | 0.8 | 0.9 | 5.3 | - | - | 6.6 | 9.0 |
| hok 4 | HP1 | 1638 | 453 | 21.7 | 1638 | 453 | 21.7 | 65.8 | 71.4 | 84.6 | 99.3 | 69.2 | 67.9 | 67.1 |
| hok 6 | HP1 | 1591 | 440 | 21.7 | 1463 | 394 | 21.2 | 71.7 | 77.9 | 82.0 | 97.2 | 65.9 | 60.4 | 78.6 |
| hok 10 | HP1 | 1515 | 419 | 21.7 | 1435 | 344 | 19.4 | 69.9 | 76.0 | 86.1 | 97.9 | 73.0 | 72.4 | 70.3 |
| hok 1 | HP2 | 1857 | 513 | 21.7 | 1721 | 457 | 21.0 | 69.7 | 75.7 | 83.7 | 97.2 | 69.3 | 60.3 | 74.1 |
| hok 3 | HP2 | 1785 | 494 | 21.7 | 1374 | 336 | 19.7 | 63.1 | 69.5 | 75.8 | 96.6 | 55.1 | 40.8 | 67.9 |
| hok 7 | HP2 | 1758 | 486 | 21.7 | 1574 | 334 | 17.5 | 70.0 | 78.5 | 83.0 | 97.9 | 65.5 | 40.9 | 77.5 |
| hok 9 | HP2 | 1633 | 452 | 21.7 | 1225 | 290 | 19.1 | 79.4 | 83.2 | 90.6 | 97.6 | 83.1 | 71.4 | 77.5 |
| Gemidd. | | | | | | | | 69.9 | 76.0 | 83.7 | 97.7 | 68.7 | 59.2 | 73.3 |
| SD | | | | | | | | 5.1 | 4.5 | 4.5 | 0.9 | 8.4 | 13.4 | 4.8 |

¹⁾ De verteerbaarheid van ruw en werkelijk eiwit van basisvoer en maïsproduct is berekend exclusief het eiwit uit synthetische aminozuren waarvoor een verteerbaarheid van 100% is aangenomen.

²⁾ WE, werkelijk eiwit na correctie voor NH₃.

De berekende fecale verteerbaarheid van nutriënten in het maïsproduct was 76% voor organische stof, 59% voor ruw vet en 73% (voorlopig) voor NSP. De verteerbaarheid van het ruw eiwit was 84% maar na correctie voor NH₃ vonden we een verteerbaarheid van 69% voor het werkelijk eiwit.

Ileale verteerbaarheid

In tabel 15 zijn de resultaten voor de ileale vertering weergegeven. Om te corrigeren voor de voerresten is hierin het gehalte aan titanium geanalyseerd en is hiermee het aandeel basisvoer in de drogestof van de voerrest berekend. Vervolgens is het gehalte aan aminozuren in de voerrest geanalyseerd en berekend hoeveel hiervan afkomstig was van het basisvoer, waarbij werd aangenomen dat de voerrest afkomstig van basisvoer een gelijke samenstelling heeft als het basisvoer zelf, ofwel dat er geen ontmenging van het basisvoer is opgetreden. Voor de overige nutriënten in de voerrest is het gehalte berekend waarbij werd aangenomen dat de voerrest afkomstig van basisvoer en maïsbyproduct een gelijke samenstelling heeft als het basisvoer en maïsbyproduct zelf.

Tabel 15 Opname en ileale vertering van het basisvoer¹⁾ (bovenste deel) en van het maïsproduct (onderste deel) na correctie voor de verteerbaarheid van het basisvoer in het gemengde rantsoen.

| hok | ronde | Voergift, g DS | | | Opname, g DS | | | VC, % | | | | |
|---------|-------|----------------|------|--------|--------------|------|--------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|
| | | Basis | Maïs | % maïs | Basis | Maïs | % maïs | DS | OS | RE | NH3 | WE ²⁾ |
| hok 1 | HP1 | 348 | - | - | 348 | - | - | 86.6 | 88.8 | 65.5 | - | - |
| hok 3 | HP1 | 708 | - | - | 708 | - | - | 87.4 | 89.4 | 70.1 | - | - |
| hok 5 | HP1 | 733 | - | - | 733 | - | - | 87.2 | 89.0 | 75.5 | - | - |
| hok 9 | HP1 | 664 | - | - | 664 | - | - | 87.8 | 89.7 | 66.6 | - | - |
| hok 4 | HP2 | 764 | - | - | 764 | - | - | 89.2 | 90.9 | 79.2 | - | - |
| hok 6 | HP2 | 753 | - | - | 753 | - | - | 88.6 | 90.6 | 79.8 | - | - |
| hok 8 | HP2 | 771 | - | - | 771 | - | - | 88.7 | 90.7 | 80.9 | - | - |
| hok 10 | HP2 | 728 | - | - | 728 | - | - | 89.4 | 91.2 | 83.1 | - | - |
| Gemidd. | | | | | | | | 88.1 | 90.0 | 75.1 | - | - |
| SD | | | | | | | | 1.0 | 0.9 | 6.8 | - | - |
| hok 4 | HP1 | 279 | 77 | 21.7 | 279 | 77 | 21.7 | 37.7 | 52.3 | 68.5 | 84.2 | 52.0 |
| hok 6 | HP1 | 554 | 153 | 21.7 | 504 | 111 | 18.1 | 53.3 | 60.5 | 66.5 | 82.5 | 49.7 |
| hok 10 | HP1 | 529 | 146 | 21.7 | 507 | 107 | 17.5 | 47.4 | 59.5 | 60.3 | 80.3 | 39.2 |
| hok 1 | HP2 | 638 | 176 | 21.7 | 564 | 117 | 17.2 | 53.2 | 65.6 | 75.6 | 82.7 | 68.3 |
| hok 3 | HP2 | 614 | 170 | 21.7 | 580 | 144 | 19.9 | 67.2 | 72.9 | 76.2 | 92.6 | 59.0 |
| hok 7 | HP2 | 327 | 90 | 21.7 | 284 | 73 | 20.4 | 74.9 | 80.8 | 83.7 | 89.7 | 77.4 |
| hok 9 | HP2 | 278 | 77 | 21.7 | 259 | 63 | 19.5 | 82.6 | 88.2 | 86.8 | 89.4 | 84.0 |
| Gemidd. | | | | | | | | 59.5 | 68.5 | 73.9 | 85.9 | 61.4 |
| SD | | | | | | | | 16.0 | 12.7 | 9.5 | 4.6 | 16.0 |

¹⁾ De verteerbaarheid van ruw en werkelijk eiwit van basisvoer en maïsproduct is berekend exclusief het eiwit uit synthetische aminozuren waarvoor een verteerbaarheid van 100% is aangenomen.

²⁾ WE, werkelijk eiwit na correctie voor NH₃.

De berekende ileale verteerbaarheid van organische stof in het maïsproduct was 69%. De ileale verteerbaarheid van het ruw eiwit was 74% maar na correctie voor NH₃ met een berekende verteerbaarheid van 74% vonden we een verteerbaarheid van 61% voor het werkelijk eiwit.

In tabel 16 is de ileale verteerbaarheid van de aminozuren weergegeven. De berekende ileale verteerbaarheid van aminozuren uit het maïsproduct varieerde van 50% voor lysine tot 79% voor methionine. De spreiding op deze resultaten was zeer groot. Dit wordt onder andere verklaard doordat het aandeel van aminozuren uit het maïsproduct relatief laag was, 17 tot 50% doordat het maïsproduct circa 50% van het ruw eiwit door NH₃ bestond.

Tabel 16 Ileale vertering van aminozuren in het basisvoer (bovenste deel) en van het maïsproduct (onderste deel) na correctie voor de verteerbaarheid van het basisvoer in het gemengde rantsoen.

| hok | ronde | VC, % | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------|-------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| | | LYS ¹⁾ | MET ¹⁾ | THR ¹⁾ | ILE | LEU | VAL | HIS | PHE | ARG | SER | GLU | GLY | ALA | ASP |
| hok 1 | HP1 | 80.0 | 87.8 | 63.9 | 76.8 | 81.4 | 72.9 | 71.0 | 75.1 | 74.3 | 60.8 | 74.3 | 64.3 | 70.1 | 73.7 |
| hok 3 | HP1 | 82.7 | 88.1 | 75.3 | 80.4 | 84.1 | 78.0 | 74.9 | 81.0 | 80.4 | 74.2 | 77.9 | 62.7 | 73.3 | 80.0 |
| hok 5 | HP1 | 86.7 | 89.5 | 74.7 | 82.6 | 85.6 | 81.2 | 77.1 | 81.9 | 84.6 | 76.7 | 80.7 | 74.6 | 76.8 | 83.1 |
| hok 9 | HP1 | 81.0 | 87.6 | 77.3 | 79.1 | 83.8 | 77.2 | 78.8 | 79.0 | 81.5 | 76.0 | 74.2 | 71.8 | 68.7 | 79.4 |
| hok 4 | HP2 | 88.3 | 91.3 | 83.2 | 84.7 | 88.7 | 84.2 | 84.4 | 84.7 | 87.0 | 83.3 | 84.7 | 79.4 | 80.4 | 85.9 |
| hok 6 | HP2 | 89.7 | 93.5 | 80.3 | 86.8 | 90.2 | 85.0 | 78.2 | 87.0 | 86.5 | 79.7 | 86.6 | 77.6 | 82.5 | 85.9 |
| hok 8 | HP2 | 88.6 | 92.6 | 83.0 | 86.2 | 89.7 | 84.6 | 83.7 | 86.7 | 87.8 | 83.2 | 85.6 | 77.3 | 83.2 | 86.1 |
| hok 10 | HP2 | 90.3 | 93.4 | 84.5 | 87.2 | 90.3 | 86.4 | 85.9 | 87.8 | 88.6 | 83.6 | 87.6 | 81.5 | 85.5 | 87.5 |
| Gemidd. | | 85.9 | 90.5 | 77.8 | 83.0 | 86.7 | 81.2 | 79.3 | 82.9 | 83.8 | 77.2 | 81.4 | 73.7 | 77.6 | 82.7 |
| SD | | 4.1 | 2.5 | 6.7 | 3.9 | 3.4 | 4.7 | 5.1 | 4.4 | 4.9 | 7.5 | 5.5 | 6.9 | 6.3 | 4.7 |
| aandeel maïs ²⁾ | | 16.7 | 23.1 | 26.3 | 31.2 | 37.1 | 33.0 | 34.0 | 31.0 | 28.0 | 35.6 | 38.6 | 34.2 | 50.2 | 26.4 |
| hok 4 | HP1 | 5.1 | 69.9 | 11.6 | 45.8 | 57.2 | 24.5 | 6.7 | 40.1 | 14.7 | 27.0 | 49.3 | 30.5 | 61.5 | 2.6 |
| hok 6 | HP1 | 64.5 | 60.9 | 39.9 | 69.9 | 82.2 | 65.7 | 34.1 | 66.5 | 61.9 | 48.0 | 76.7 | 17.4 | 78.0 | 56.2 |
| hok 10 | HP1 | 13.8 | 72.4 | 40.0 | 56.1 | 70.9 | 47.8 | 37.8 | 53.2 | 35.4 | 38.1 | 61.6 | 43.7 | 69.4 | 28.9 |
| hok 1 | HP2 | 55.5 | 83.2 | 53.7 | 70.6 | 87.2 | 71.8 | 54.7 | 66.7 | 63.8 | 55.7 | 77.1 | 63.3 | 80.6 | 57.4 |
| hok 3 | HP2 | 38.4 | 80.4 | 70.3 | 68.1 | 85.8 | 70.5 | 59.9 | 77.2 | 66.6 | 73.4 | 74.8 | 60.7 | 75.9 | 52.9 |
| hok 7 | HP2 | 92.5 | 95.3 | 84.2 | 85.8 | 95.2 | 84.9 | 78.6 | 90.9 | 88.7 | 92.7 | 91.0 | 80.0 | 89.6 | 79.2 |
| hok 9 | HP2 | 77.5 | 91.4 | 83.7 | 87.0 | 95.6 | 89.3 | 75.4 | 83.9 | 82.7 | 81.7 | 87.3 | 83.1 | 87.2 | 77.4 |
| Gemidd. | | 49.6 | 79.1 | 54.8 | 69.0 | 82.0 | 64.9 | 49.6 | 68.4 | 59.1 | 59.5 | 74.0 | 54.1 | 77.5 | 50.7 |
| SD | | 32.3 | 12.2 | 26.6 | 14.8 | 13.8 | 22.4 | 25.4 | 17.6 | 26.0 | 24.0 | 14.4 | 24.7 | 9.8 | 27.1 |

¹⁾ De verteerbaarheid van lysine, methionine en threonine in basisvoer en maïsproduct is berekend exclusief de bijdrage uit synthetische aminozuren waarvoor een verteerbaarheid van 100% is aangenomen.

²⁾ Aandeel maïs geeft weer welk aandeel van elk aminozuur in het opgenomen rantsoen van basisvoer en maïsproduct afkomstig was uit het maïsproduct.

3.4 Discussie

Producteigenschappen

De varkens in deze proef namen het rantsoen met het maïsproduct niet goed op. Het beoogde aandeel van 25% op drogestofbasis, gewenst om de verteerbaarheid nauwkeurig te kunnen bepalen, werd niet gerealiseerd. Na verlaging van het aandeel tot 20% en verlaging van het voerniveau tot 2,4 keer de onderhoudsbehoefte werd uiteindelijk een opname van circa 17 tot 22% gerealiseerd. De dieren vonden het product waarschijnlijk niet smakelijk. Een mogelijke verklaring is het hoge aandeel NH₃ in het maïsproduct waardoor tevens de pH relatief hoog was (pH 4,6) voor een gefermenteerd product. Mede hierdoor kan ook tijdens of na fermentatie ongewenste microbiële groei zijn opgetreden. Dit is wel zoveel mogelijk beperkt door het product te koelen, ingevroren op te slaan en voor gebruik langzaam op temperatuur te laten komen. De samenstelling en het gehalte aan organische zuren is niet bepaald, maar kan ook een rol gespeeld hebben bij de voeropname. Bij verdere proces- en productontwikkeling is het gewenst hieraan nadere aandacht te geven. Daarnaast had de uitvoering van de verteringsproef wellicht ook een eigen invloed op de voeropname. In de praktijk is een aandeel van 20-25% van één eiwitrijk bijproduct zeer hoog en wordt veelal een aandeel van 10-15% gehanteerd. Voor een verteringsproef is dit te laag voor een betrouwbare meting. Het maïsproduct bestond voor een groot deel uit de vliezen van maïskorrels. Het basisvoer bestond uit meel met een fijne structuur door het hoge aandeel maïszetmeel, dextrose en aardappelwit. Dit maakte een goede menging met het maïsproduct mogelijk, maar het verschil in structuur gaf de dieren ook gelegenheid om te selecteren. Wellicht kan verkleining van de maïsvliezen dit probleem verminderen en de opname verbeteren. Daarnaast was door de noodzakelijk verlaging

van het aandeel maïsproduct het gehalte aan mineralen in het gemengde rantsoen hoger dan vooraf gepland. Het is denkbaar dat dit de voeropname heeft beïnvloed.

Verteerbaarheid maïsproduct

Het maïsproduct heeft ten opzichte van maïs een laag gehalte aan zetmeel en suiker en een hoog gehalte aan NSP, vet en ruw eiwit. Dit laatste bestaat echter voor de helft uit NH₃, toegevoegd als buffer tijdens het fermentatieproces. Door het hoge aandeel NH₃ en de hoge ileale en fecale verteerbaarheid (absorptie) hiervan wordt de verteerbaarheid van het eiwit aanzienlijk overschat wanneer hiermee geen rekening wordt gehouden. Uit tabel 4 en 5 blijkt dat de verteerbaarheid van het werkelijk eiwit 10-15 procentpunten lager is dan de verteerbaarheid van het totaal ruw eiwit. De spreiding op de bepaalde verteerbaarheid, met name op de verteringscoëfficiënten van werkelijk eiwit en aminozuren was groot. Dit wordt onder andere verklaard doordat het aandeel van aminozuren uit het maïsproduct relatief laag was, 17 tot 50% van de totale opname, doordat in het maïsproduct circa 50% van het ruw eiwit uit NH₃ bestond. In de gebruikte proefopzet met een basisvoer en een testproduct komt alle spreiding terecht in de berekende verteerbaarheid van het testproduct. Bij lysine was het aandeel uit maïsproduct het laagst en de spreiding in de berekende verteerbaarheid het grootst, bij alanine was juist het aandeel uit maïs het grootst en de spreiding het laagst. Daarnaast werd spreiding veroorzaakt door aanwezigheid van voerresteren en door enkel dieren met afwijkende waarden voor enkele aminozuren. We hebben in tabel 3 en 4 geen afwijkende dieren verwijderd om alle resultaten, inclusief variatie weer te geven.

Voederwaarde en vergelijking met andere maïsproducten

Het maïsproduct is een eiwit- en vezelrijk product met een laag zetmeelgehalte. In tabel 17 zijn maïs en enkele maïsproducten ter vergelijking opgenomen. De samenstelling van maïsglutenvoer en maïsspoeling vertoont overeenkomsten met het maïsproduct uit deze studie, maar het productieproces is verschillend. Maïsglutenvoer komt als bijproduct vrij bij de zetmeelwinning uit maïs. Maïsspoeling komt vrij bij de winning van alcohol na omzetting van zetmeel en suiker in alcohol en destillatie hiervan. Het gehalte en de fecale verteerbaarheid van organische stof en NSP in onze studie kwam goed overeen met die van gedroogde maïsspoeling volgens CVB (2011). Het werkelijk eiwitgehalte en de verteerbaarheid hiervan was lager dan van ruw eiwit in maïsspoeling, maar hierbij is niet duidelijk of alle ruw eiwit in maïsspoeling uit werkelijk eiwit bestaat. De vetvertering in onze studie was iets lager dan van maïsspoeling maar wordt wellicht onderschat door twee dieren met een lage vetvertering. De energiewaarde bedraagt circa 1,0 EW.

Het aminozuregehalte in g/100 g ruw eiwit vertoonde grote overeenkomst tussen de verschillende maïsproducten in tabel 17, waarbij alleen het lysine- en alaninegehalte in het maïsproduct duidelijk hoger waren. Dit duidt erop geen grote veranderingen in het aminozurenpatroon optraden tijdens de verschillende productieprocessen. De ileale verteerbaarheid van de aminozuren was over het algemeen iets lager in het maïsproduct uit deze studie. Voor een deel kan dit verklaard worden door de grote spreiding in de resultaten waarbij met name het dier uit hok 4 enkele afwijkend lage verteringscoëfficiënten had. Wanneer we aannemen dat hierdoor de aminozuurverteerbaarheid ca. 5-10% is onderschat komt de verteerbaarheid over het algemeen goed overeen met die van de andere producten. Met name de verteerbaarheid van histidine en arginine was echter om onbekende redenen aanzienlijk lager dan bij de andere maïsproducten.

Over het geheel genomen concluderen we dat de samenstelling en voederwaarde van het maïsproduct grote overeenkomst met die van gedroogde maïsspoeling, waarbij het werkelijk eiwitgehalte aanzienlijk lager is dan het ruw eiwitgehalte in maïsspoeling.

Tabel 17 Samenstelling en verteerbaarheid van maïs en maïsproducten (in g/kg drogestof, aminozuren in g/100 g RE¹⁾) (CVB, 2011) in vergelijking met de resultaten van het maïsproduct in deze studie.

| | Maïs | Maïsglutenvoer, 200-230 g RE/kg | Maïspoeling, gedroogd | Maïsproduct, deze studie |
|------------|-----------|------------------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| Zetmeel | 695 | 142 | 60 | 42 |
| Suiker | 14 | 30 | 20 | 4 |
| RE | 94 | 237 | 290 | 340 / 166 ²⁾ |
| RVET | 44 | 44 | 102 | 111 |
| RC | 25 | 83 | 79 | 110 |
| NSP | 140 | 480 | 473 | 607 |
| VCOS | 91 | 67 | 79 | 76 |
| VCRE | 74 | 76 | 86 | 84 / 69 ²⁾ |
| VCRVET | 71 | 65 | 66 | 59 |
| VCNSP | 62 | 51 | 73 | 73 |
| EW | 1.41 | 0.86 | 1.08 | 0.96 |
| LYS | 2.9 (61) | 3.0 (59) | 2.4 (58) | 3.8 (50) |
| MET | 2.1 (82) | 1.7 (78) | 1.8 (84) | 2.4 (79) |
| THR | 3.6 (62) | 3.6 (65) | 3.7 (69) | 3.8 (55) |
| ILE | 3.4 (74) | 3.1 (75) | 3.6 (80) | 4.3 (69) |
| LEU | 12.1 (85) | 9.0 (83) | 9.6 (85) | 13.1 (82) |
| PHE | 4.8 (80) | 3.8 (80) | 4.5 (83) | 5.2 (68) |
| VAL | 4.8 (74) | 4.7 (72) | 4.9 (79) | 5.7 (65) |
| HIS | 3.0 (80) | 3.0 (73) | 2.6 (85) | 2.5 (50) |
| ARG | 4.7 (79) | 4.4 (81) | 3.9 (87) | 2.9 (59) |
| SER | 4.8 (74) | 4.3 (69) | 4.6 (75) | 3.7 (60) |
| GLU | 18.1 (82) | 15.4 (79) | 17.4 (78) | 16.5 (74) |
| GLY | 3.9 (54) | 4.5 (53) | 3.9 (63) | 4.4 (54) |
| ALA | 7.5 (80) | 6.7 (81) | 6.2 (75) | 13.0 (78) |
| ASP | 6.7 (69) | 6.1 (66) | 6.4 (70) | 7.0 (51) |
| Sch.VCi-RE | 70 | 65 | 70 | 74 / 61 ²⁾ |

¹⁾ Voor het maïsproduct in deze studie zijn aminozuren weergegeven in g/100 werkelijk eiwit

²⁾ Betreft werkelijk eiwit, 74% voor ruw eiwit inclusief NH₃

Literatuur

Boisen, S., and J. A. Fernandez. 1997. Prediction of the total tract digestibility of energy in feedstuffs and pig diets by in vitro analyses. *Anim. Feed Sci. Technol.* 68(3-4):277-286.

CVB. 2011. Tabellenboek veevoeding 20121. Productschap Diervoeder, CVB-reeks nr. 50, Den Haag, The Netherlands.

| Datum | Proefdag | Omschrijving activiteit |
|-----------------|----------|---|
| 26 nov. | 0 | Varkens aangevoerd op proefaccomodatie |
| 26 nov - 1 dec. | 0-5 | Gewenning aan huisvesting |
| 2 - 4 dec. | 6-8 | Operaties en toekennen proefbehandelingen |
| 3 - 15 dec. | 7-19 | Herstel operatie en gewenning/overgang proefvoer |
| 16 dec. | 20 | Wegen varkens, voerlijst voor- en hoofdperiode |
| 16 - 20 dec. | 20-24 | Voorperiode 1 |
| 20-23 dec. | 24-27 | Verzamelen feces dag 24 16:00 u tot dag 27 16:00 u |
| 24 en 27 dec. | 28 en 31 | Verzamelen chymus (6.00-18.00 u) |
| 27-29 dec. | 31-33 | Na chymusverzameling start overgang nieuw proefvoer |
| 29 dec-3 jan. | 33-38 | Voorperiode 2 |
| 4-10 jan. | 39-45 | Verlenging voorperiode 2 |
| 10-13 jan. | 45-48 | Verzamelen feces dag 45 6:00 u tot dag 48 6:00 u |
| 13 en 15 jan. | 48 en 50 | Verzamelen chymus (6.00-18.00 u) |
| 16 jan. | 51 | Einde proef |

| Ingredienten, g/kg | Basis A1 | Basis B1 |
|---------------------------|----------|----------|
| maïszetmeel | 688.7 | 659.8 |
| dextrose | 100.0 | 95.8 |
| protastar | 60.0 | 57.5 |
| arbocel | 50.0 | 47.9 |
| maïsglutenmeel | 30.0 | 28.7 |
| sojaolie | 20.0 | 19.2 |
| krijt | 10.89 | 19.36 |
| MCP | 12.76 | 22.68 |
| zout | 1.61 | 2.86 |
| Na-bicarbonaat | 6.82 | 12.12 |
| RDS premix 264 | 5.00 | 8.89 |
| kaliumcarbonaat | 4.00 | 7.11 |
| MgO | 2.00 | 3.56 |
| TiO ₂ (60% Ti) | 4.00 | 7.11 |
| L-Lysine-HCl | 2.13 | 3.79 |
| DL-Methionine | 1.03 | 1.83 |
| L-Threonine | 0.58 | 1.03 |
| L-Tryptofaan | 0.45 | 0.80 |
| Totaal | 1000 | 1000 |
| Nutrienten | | |
| Drogestof | 901 | 904 |
| Anorganische stof | 45 | 78 |
| Ruw eiwit | 70 | 70 |
| Ruw vet | 23 | 23 |
| Ruwe celstof | 36 | 34 |
| Zetmeel (enzym.) | 584 | 561 |
| Suiker | 106 | 106 |
| NSP | 70 | 68 |
| Lysine | 5.71 | 6.85 |
| Methionine | 2.56 | 3.29 |
| Cysteine | 1.05 | 1.02 |
| Threonine | 3.92 | 4.24 |
| Tryptofaan | 1.21 | 1.52 |
| Isoleucine | 3.44 | 3.30 |
| Leucine | 7.93 | 7.62 |
| Valine | 4.03 | 3.87 |
| Histidine | 1.44 | 1.39 |
| Phenylalanine | 4.22 | 4.06 |
| Tyrosine | 3.63 | 3.49 |
| Arginine | 3.09 | 2.97 |
| Serine | 3.52 | 3.38 |
| Glutaminezuur | 9.27 | 8.97 |
| Glycine | 2.85 | 2.74 |
| Alanine | 3.98 | 3.83 |
| Asparaginezuur | 7.21 | 6.91 |

Bijlage 3

Gewichtsontwikkeling van de dieren (kg)

| | oornummer | 26 nov. dag 0 | 09 dec. dag 13 | 30 dec. dag 34 | 20 jan. dag 55 |
|----------------|-----------|------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| hok 1 | 423 | 22.5 | 23.8 | 28.4 | 37.4 |
| hok 2 | 426 | 20.6 | 22.6 | 25.8 | - |
| hok 3 | 424 | 20.5 | 23.7 | 26.8 | 34.9 |
| hok 4 | 869 | 21.1 | 23.6 | 26.9 | 36.5 |
| hok 5 | 661 | 20.9 | 25.0 | 30.0 | 37.5 |
| hok 6 | 420 | 19.8 | 22.6 | 26.3 | 34.6 |
| hok 7 | 870 | 20.1 | 22.9 | 26.2 | 31.3 |
| hok 8 | 660 | 19.7 | 23.4 | 27.3 | - |
| hok 9 | 866 | 17.4 | 21.4 | 23.5 | 30.8 |
| hok 10 | 659 | 17.4 | 21.0 | 25.0 | 35.2 |
| Gemiddelde (x) | | 20.0 | 23.0 | 26.6 | 34.8 |
| St.dev. (SD) | | 1.6 | 1.2 | 1.8 | 2.5 |

Berekende en bepaalde samenstelling van de basisvoeders (in g/kg vers) en bepaalde samenstelling van het maïsbijsproduct (in g/kg drogestof).

| Nutriënten | Basis A1 berekend | Basis A1 bepaald | Basis B1 berekend | Basis B1 bepaald | Maïsproduct |
|-------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|-----------------|
| Drogestof | 901 | 893.4 | 904 | 899.7 | 134.2 |
| Anorganische stof | 45 | 35.4 | 78 | 65.4 | 35.0 |
| Ruw eiwit | 70 | 72.6 | 70 | 69.2 | 341 |
| Ruw vet | 23 | 15.8 | 23 | 14.7 | 111 |
| Ruwe celstof | 36 | 31.3 | 34 | 31.4 | 110 |
| Zetmeel (enzym.) | 584 | 581 | 561 | 575 | |
| Suiker | 106 | 92.6 | 106 | 88.5 | |
| NSP | 70 | _ ¹⁾ | 68 | _ ¹⁾ | _ ¹⁾ |
| Lysine | 5.71 | 5.96 | 6.85 | 7.54 | 6.28 |
| Methionine | 2.56 | 2.24 | 3.29 | 3.19 | 4.00 |
| Cysteine | 1.05 | _ ¹⁾ | 1.02 | _ ¹⁾ | _ ¹⁾ |
| Threonine | 3.92 | 3.81 | 4.24 | 4.18 | 6.37 |
| Tryptofaan | 1.21 | _ ¹⁾ | 1.52 | _ ¹⁾ | _ ¹⁾ |
| Isoleucine | 3.44 | 3.72 | 3.30 | 3.77 | 7.19 |
| Leucine | 7.93 | 8.61 | 7.62 | 8.74 | 21.85 |
| Valine | 4.03 | 4.42 | 3.87 | 4.55 | 9.46 |
| Histidine | 1.44 | 2.09 | 1.39 | 1.93 | 4.23 |
| Phenylalanine | 4.22 | 4.52 | 4.06 | 4.56 | 8.71 |
| Tyrosine | 3.63 | _ ¹⁾ | 3.49 | _ ¹⁾ | _ ¹⁾ |
| Arginine | 3.09 | 2.83 | 2.97 | 2.83 | 4.79 |
| Serine | 3.52 | 2.65 | 3.38 | 2.56 | 6.16 |
| Glutaminezuur | 9.27 | 9.88 | 8.97 | 10.12 | 27.39 |
| Glycine | 2.85 | 3.21 | 2.74 | 3.21 | 7.30 |
| Alanine | 3.98 | 5.12 | 3.83 | 5.09 | 21.65 |
| Asparaginezuur | 7.21 | 7.80 | 6.91 | 7.71 | 11.64 |

¹⁾ niet bepaald

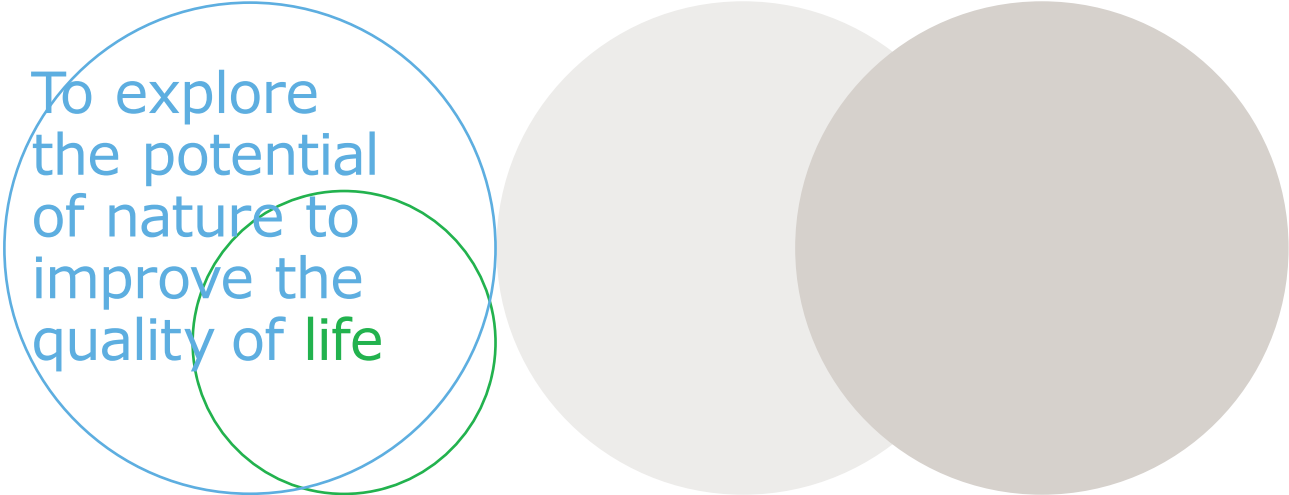
Wageningen UR Livestock Research
Postbus 65
8200 AB Lelystad
T 0320 23 82 38
info.livestockresearch@wur.nl
www.wageningenUR.nl/livestockresearch

Livestock Research Report



Wageningen UR Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.



To explore
the potential
of nature to
improve the
quality of life

Wageningen UR Livestock Research
Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 480 10 77
E info.livestockresearch@wur.nl
www.wageningenUR.nl/livestockresearch

Livestock Research Rapport 788



Wageningen UR Livestock Research ontwikkelt kennis voor een zorgvuldige en renderende veehouderij, vertaalt deze naar praktijkgerichte oplossingen en innovaties, en zorgt voor doorstroming van deze kennis. Onze wetenschappelijke kennis op het gebied van veehouderijsystemen en van voeding, genetica, welzijn en milieu-impact van landbouwhuisdieren integreren we, samen met onze klanten, tot veehouderijconcepten voor de 21e eeuw.

De missie van Wageningen UR (University & Research centre) is 'To explore the potential of nature to improve the quality of life'. Binnen Wageningen UR bundelen 9 gespecialiseerde onderzoeksinstituten van stichting DLO en Wageningen University hun krachten om bij te dragen aan de oplossing van belangrijke vragen in het domein van gezonde voeding en leefomgeving. Met ongeveer 30 vestigingen, 6.000 medewerkers en 9.000 studenten behoort Wageningen UR wereldwijd tot de aansprekende kennisinstellingen binnen haar domein. De integrale benadering van de vraagstukken en de samenwerking tussen verschillende disciplines vormen het hart van de unieke Wageningen aanpak.