



Het effect van aminozuuraanbod en -samenstelling
van het voer op zoötechnische prestaties van beren
gehuisvest onder verschillende sanitaire condities



LIVESTOCK RESEARCH
WAGENINGEN **UR**

Het effect van aminozuuraanbod en -samenstelling van het voer op zoötechnische prestaties van beren gehuisvest onder verschillende sanitaire condities

Yvonne van der Meer, Walter Gerrits en Alfons Jansman

Wageningen UR Livestock Research
Wageningen, Januari 2016

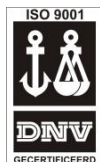
Livestock Research Rapport 938

Yvonne van der Meer, Walter Gerrits en Alfons Jansman. *Het effect van aminozuuraanbod en samenstelling van het voer op zoötechnische prestaties van beren gehuisvest onder verschillende sanitaire condities*. Wageningen UR (University & Research centre) Livestock Research, Livestock Research Rapport 938.

© 2016 Wageningen UR Livestock Research, Postbus 338, 6700 AH Wageningen, T 0317 48 39 53, 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 onderzoeksopdrachten zijn de Algemene Voorwaarden van de Animal Sciences Group van toepassing. Deze zijn gedeponeerd bij de Arrondissementsrechtbank Zwolle.

Inhoud

	Voorwoord	5
	Samenvatting	7
1	Inleiding	9
2	Materiaal en Methoden	10
	2.1 Dieren, huisvesting en verzorging	10
	2.2 Voerbehandeling en verstrekking	11
	2.3 Metingen en statistische analyse	12
	2.3.1 Lichaamsgewicht	12
	2.3.2 N-verteerbaarheid	12
	2.3.3 Slachtgegevens	12
	2.3.4 Haptoglobine in bloed	13
	2.3.5 Statistische analyse	13
3	Resultaten	14
	3.1 Lichaamsgewicht, groei en voeropname	14
	3.2 Fecale nutriëntvertering	14
	3.3 Slachtgegevens	14
	3.4 Haptoglobine analyse	15
4	Discussie	20
5	Conclusies	23
	Literatuur	24
	Bijlage 1 Vaccinatieschema van de biggen bij de vermeerderaar	26
	Bijlage 2 Reinigingsprotocol van het deel van de stal met hoge sanitaire condities.	27
	Bijlage 3 Samenstelling proefvoerders in de start-, groei- en finishfase.	28
	Bijlage 4 Score protocol voor longlaesies.	32

Voorwoord

Dit onderzoek is onderdeel van het project 'Bedrijfsspecifieke voeding voor varkens met een verschillende gezondheidsstatus' dat is medegefinancierd door het Productschap Diervoeder (PDV) en het Productschap Vee en Vlees (PVV). Het project is begeleid door een stuurgroep bestaande uit een vertegenwoordiging vanuit het PDV en PVV.

In het project onderscheiden we vier modules:

1. Het bepalen van de optimale verhouding tussen nutriënten in het voer onder verschillende omstandigheden.
2. Het meten van het effect van gezondheidsstatus op de nutriëntenbehoefte van vleesvarkens.
3. Het bepalen van het effect aanpassing van de nutriëntsamenstelling van het voer aan de gezondheidsstatus van vleesvarkens op de productie resultaten onder praktijkcondities.
4. Inschatten van variatie in nutriëntenbehoefte op varkensbedrijven met een verschillende gezondheidsstatus.

Het onderzoek beschreven in het huidige rapport heeft betrekking op het onderzoek uitgevoerd in het kader van module 3 in het project 'Bedrijfsspecifieke voeding voor varkens met een verschillende gezondheidsstatus'.

De auteurs bedanken de stuurgroep voor de prettige samenwerking in het project.

Yvonne van der Meer
Walter Gerrits
Alfons Jansman

Samenvatting

Dit experiment was opgezet om het effect van eiwitniveau (normaal versus verlaagd) en aminozuursamenstelling in het rantsoen te evalueren op de technische prestaties van beren gehuisvest onder een tweetal sanitaire condities.

Het onderzoek is uitgevoerd met 612 beren afkomstig van eenzelfde bedrijf. Vanaf 10 weken leeftijd zijn de dieren gehuisvest in groepen van 9 dieren per hok en voorzien van onbeperkt voer en water in een praktijkproefstal. De beren zijn gevolgd van december 2013 tot april 2014, gedurende een volledig groeitraject (17 - 110 kg) en zijn vervolgens afgeleverd aan het slachthuis.

Tijdens het groeitraject is een 2 x 2 x 2 factorieel design opgelegd aan proefbehandelingen, een contrast in sanitaire condities (laag (LSC) vs. hoog (HSC)), een contrast in eiwit niveau in het voer (laag (LE) vs. normaal (NE)) en een verschillend aminozuurprofiel in het voer (basaal profiel (AZ-B) vs. gesupplementeerd profiel (AZ-S)).

Hoge sanitaire conditie dieren werden vooraf aan het experiment gevaccineerd, bij aanvang van het experiment behandeld met antibiotica en tijdens het experiment ontwormd. De hoge status dieren werden gehuisvest in een grondig gereinigd en ontsmet deel van de stal, waar een stringent hygiëne protocol van toepassing was. Lage status dieren waren niet gemedicineerd of gevaccineerd en werden in een niet vooraf gereinigd deel van de stal gehuisvest, waar tevens geen specifiek hygiëne protocol actief was. Tijdens het experiment werd in de hokken van de lage status dieren enkele malen mest verspreid afkomstig van een ander varkensbedrijf.

In de studie zijn vier voerbehandelingen geëvalueerd. Het normale eiwitniveau was gerelateerd aan het voldoen aan de aminozuurbehoefte-normen volgens NRC. Het lage eiwit- en aminozuurniveau was gebaseerd op de 80% van de eiwit- en aminozuurverstrekking ten opzichte van het normale eiwitniveau. Per eiwit niveau zijn twee AZ profielen gevoerd. Het gesupplementeerde AZ profiel bevatte extra methionine, threonine en tryptofaan t.o.v. het basale AZ profiel. In totaal resulteerde deze opzet in acht behandelingsgroepen met binnen beide sanitaire omgevingen vier verschillende voerbehandelingen. De voeders werden ad lib verstrekt.

Dieren uit de HSC hadden een hogere groei ($P < 0.05$), lagere pleuritis score ($P < 0.05$), en lagere serum haptoglobine waarde ($P < 0.05$) vergeleken met LSC dieren. Voor zowel LSC al HSC dieren was de voederconversie lager voor AZ-S gevoerde dieren dan voor AZ-B gevoerde dieren, echter was dit effect groter voor LSC dieren (interactie, $P < 0.05$). Deze interactie bevestigt de hypothese dat met name LSC dieren met een geactiveerd immuunsysteem baat hebben bij het extra supplementeren van methionine, threonine en tryptofaan in het voer.

De resultaten laten zien dat een contrast in sanitaire status bij dieren met een zelfde origine succesvol gecreëerd is in dit experiment. Het toevoegen van extra threonine, tryptofaan en methionine resulteerde in betere zoötechnische resultaten voor dieren gehuisvest onder lage en hoge sanitaire condities. Het gunstige effect van de extra gesupplementeerde AZ kwam sterker naar voren in de LSC dieren, hetgeen laat zien dat de behoefte aan threonine, tryptofaan en methionine inderdaad verschillend is voor dieren onder verschillende sanitaire condities. Het toevoegen van deze AZ blijkt met name gunstig voor varkens gehuisvest in sub-optimale condities.

De resultaten van de studie kunnen uiteindelijk worden gebruikt om de voersamenstelling aan te passen op sanitaire condities van een vleesvarkensbedrijf waardoor zowel de technische prestaties van de dieren verder worden geoptimaliseerd en tegelijkertijd het immuunsysteem van de dieren goed wordt ondersteund via de voorziening van nutriënten door de voeding.

1 Inleiding

Introductie

Varkensbedrijven variëren aanzienlijk in technische resultaten, deels door verschillen in genetische achtergrond, huisvesting, management en voersamenstelling, maar deels ook samenhangend met verschillen in gezondheidsstatus van dieren tussen bedrijven.

Gezondheidsstatus kan een grote invloed hebben op de voedingsbehoeften van varkens. Dit blijkt uit een literatuurstudie waarin het effect van gezondheidsstatus op de nutriëntenbehoefte van varkens is geïnventariseerd (Van der Peet-Schwering and Jansman, 2007). Een belangrijke conclusie uit dit onderzoek was dat de aminozuurbehoefte van varkens kan wijzigen bij een geactiveerd immuunsysteem. Activatie van het immuunsysteem kan dus invloed hebben op de aminozuurstofwisseling van varkens. Bij activatie van het immuunsysteem wordt onder andere de productie van acute fase eiwitten, zoals haptoglobine, gestimuleerd. Een toename in productie van acute fase eiwitten kan een aanzienlijke invloed hebben op de aminozuurbehoefte van het varken. Behoeftes aan de aminozuren tryptofaan, methionine en cysteine zijn hoger bij een geactiveerd immuunsysteem, door een gemeten hoger verbruik van deze aminozuren bij dieren met een geactiveerd immuunsysteem (Le Floc'h et al., 2009; Melchior et al., 2004; Rakhshandeh et al., 2014). De absolute lysine behoefte van varkens met een geactiveerd immuunsysteem kan echter verlaagd zijn als gevolg van een waargenomen lagere absolute voeropname en groei bij dieren met een lagere gezondheidsstatus ten opzichte van gezonde dieren waarin het immuunsysteem niet is geactiveerd (Williams et al., 1997).

Aminozuren die nodig zijn voor de productie van acute fase eiwitten kunnen rechtstreeks worden verkregen uit het voer of komen beschikbaar uit het proces van eiwitturnover in weefsels en organen. De aminozuursamenstelling van spiereiwit is verschillend van die van acute fase eiwitten. Dit kan zorgen voor een aminozuur onbalans wanneer het aanbod via voeding niet voldoende is en aminozuren dienen te worden gebruikt afkomstig uit turnover van bijvoorbeeld spiereiwit. Dit kan leiden tot een verminderde eiwit- en aminozuurbenutting en kan leiden tot verminderde productieresultaten (groei en voederconversie) en een grotere uitstoot van stikstof via mest en urine.

Bovenstaande maakt duidelijk dat het van belang is om eiwit- en aminozuurvoorziening via het voer af te stemmen op de mate van immuunsysteemactivatie en dus op de gezondheidsstatus van het varken. Om een beter inzicht te krijgen in de relatie tussen de aminozuur behoefte van dieren in afhankelijkheid van hun gezondheidsstatus en het aanbod van eiwit en aminozuren via de voeding is een studie met vleesvarkens (beren) over het volledige groeitraject uitgevoerd. In de studie werden de dieren gehuisvest onder twee verschillende sanitaire condities en werd het effect van een variatie in aanbod en samenstelling van essentiële aminozuren in het voer op de productieresultaten geëvalueerd.

Doelstelling

Het doel van deze studie was het bestuderen van het aminozuurniveau en aminozuursamenstelling van het voer op de technische prestaties van beren gehuisvest onder verschillende sanitaire condities.

2 Materiaal en Methoden

2.1 Dieren, huisvesting en verzorging

Het onderzoek is uitgevoerd met 612 beren afkomstig van een vermeerderingsbedrijf te Horssen. De beren zijn direct na geboorte geselecteerd in de kraamstal en naar de praktijkproefstal Vlierbos V.O.F. van De Heus Voeders B.V. te Neerloon vervoerd op 10 weken leeftijd. Voorafgaand aan deze studie heeft de helft van de beren een 6-tal vaccinaties tegen veelvoorkomende bacteriële en virale aandoeningen ontvangen op het bedrijf van oorsprong. De aard en tijdstippen waarop deze vaccins zijn verstrekt zijn weergegeven in bijlage 1. Gevaccineerde en niet-gevaccineerde dieren waren afkomstig uit dezelfde kraamafdelingen en zijn na spenen ($\pm$ 24 dagen leeftijd) apart gehuisvest om kruisvaccinatie voor wat betreft de gebruikte levende vaccins te voorkomen.

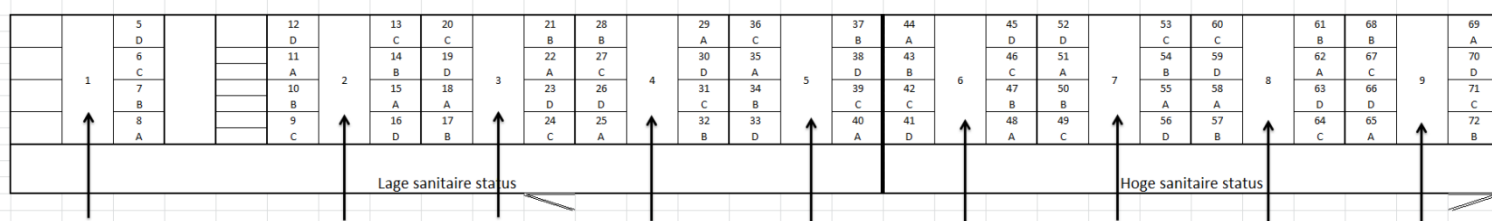
Voor de studie werd de beschikbare stal in twee delen gescheiden voor de creatie van twee sanitaire condities (laag en hoog, resp. LSC en HSC). Voordat de beren naar de proeflocatie werden gebracht is een deel van de stal, aangeduid als HSC in Figuur 1, grondig gereinigd en gedesinfecteerd. Het reinigingsprotocol is bijgevoegd in bijlage 2. Voorafgaand aan een bezoek in het HSC deel in de stal was men verplicht te douchen in een mobiele douchewagen, zich volledig om te kleden in schone bedrijfskleding en een haarnetje en mondkapje te dragen. Bezoek aan dit deel van de stal tijdens het experiment was uitsluitend mogelijk, wanneer men minimaal 48 uur niet in contact was geweest met andere varkens, inclusief de varkens binnen de studie die onder laag sanitaire condities waren gehuisvest.

Het HSC deel van de stal was afgesloten van het LSC deel door middel van een tijdelijke wand in de centrale gang (Figuur 1). Elke afdeling (9 in totaal) bestond uit 8 hokken en was voorzien van een aparte mestput, en een ventilatiesysteem dat per afdeling kon worden ingesteld. De luchtstroom liep zoals weergegeven in Figuur 1. Het LSC deel van de stal was en werd niet gereinigd en gedesinfecteerd voorafgaand of tijdens het experiment. Tot twee dagen voorafgaand aan de studie waren de hokken in dit deel van de stal nog bezet met vleesvarkens in de eindfase van het groeitraject.

Vervoer van de dieren naar de proeflocatie is in twee batches verlopen met een week interval in verband met werkdrukverdeling tijdens de proef. Per batch werden zowel gevaccineerde als niet-gevaccineerde dieren vervoerd in dezelfde vrachtwagen, echter gescheiden in compartimenten om het opgelegde contrast in vaccinatie status te handhaven.

Bij aankomst bij het proefbedrijf zijn alle dieren individueel gewogen en ingedeeld in hokken per 9 dieren op basis van eenzelfde gemiddelde startgewicht per hok. Gevaccineerde dieren zijn gehuisvest in het HSC deel van de stal en ontvingen een subcutane injectie met een antibioticum (Flenflor, 1 ml/dier) tijdens het wege van de dieren op dag 1. Deze toediening werd twee dagen later herhaald. Gedurende het experiment zijn dezelfde varkens elke vijf weken ontwormd met Flutelmium (0.6% premix, concentratie 1.5 mg Flubendazol/kg lichaamsgewicht gedurende vijf opeenvolgende dagen), verstrekt als topdressing over het voer. Dieren gehuisvest aan de LSC zijde van de stal ontvingen geen antibioticum bij aanvoer en werden tijdens de studie niet ontwormd.

Vanaf dag 35 in het experiment is er gestart met het verspreiden van mest van een ander (zeugen)bedrijf in de hokken aan de LSC kant (± 200 g verse mest per hok) met als doel het immuunsysteem van dieren in dit deel van de stal (extra) te stimuleren. Dit werd gedurende de rest van de studie elke twee weken herhaald.



Figuur 1. Plattegrond van de stal met de richting van de luchtventilatie weergegeven met pijlen. De scheiding tussen lage en hoge sanitaire condities is weergegeven met een lijn tussen afdeling 5 en 6.

2.2 Voerbehandeling en verstrekking

Alle varkens kregen één van de vier proefvoerders *ad libitum* verstrekt per hok (Bijlage 3; Voersamenstelling per proefbehandeling en fase). De proefvoerders varieerden in eiwit niveau (normaal of verlaagd, respectievelijk aangeduid als NE en LE) waarbij het normale niveau was gebaseerd op een aminozuurvoorziening conform de behoeften zoals gegeven door NRC (2012). In de voeders met een laag eiwitniveau is de hoeveelheid eiwit uit eiwithoudende grondstoffen en toegevoegde vrije aminozuren met 20% verlaagd ten opzichte van de voeders met een normaal eiwitniveau via verdunning met maïszetmeel en Opticell (celstof).

Daarnaast verschilden de voeders in aminozuur (AZ) profiel. Het profiel voor wat betreft essentiële aminozuren was afgestemd op ofwel de ondersteuning van de lichaamseiwittoename en groei (basale-AZ profiel (AZ-B)) dan wel op de ondersteuning van de werkzaamheid van het immuunsysteem (gesupplementeerde-AZ profiel (AZ-S)). De gehanteerde aminozuurprofielen zijn uitgedrukt op schijnbaar darmverteerbare basis in ratio ten opzichte van lysine weergegeven in Tabel 2. Het AZ-B profiel is gebaseerd op een aantal referenties waarbij uitsluitend rekening is gehouden een behoefte voor lichaams groei en onderhoudsbehoefte van het dier, waarbij de behoeften van het immuunsysteem zo veel mogelijk buiten beschouwing werden gelaten (Bikker, 1994; Le Bellego and Noblet, 2002; Moughan, 1998; NRC, 2012). Vervolgens is het AZ-S profiel verkregen door het niveau aan threonine, tryptofaan en methionine met 20% te verhogen t.o.v. van de lysine in het AZ-B profiel. Uitgangspunt hierbij was dat een geactiveerd immuunsysteem een hogere behoefte heeft aan in ieder geval deze drie aminozuren (Le Floc'h et al., 2004; Le Floc'h et al., 2008; Melchior et al., 2004; Rakhshandeh et al., 2010).

Tabel 2.

Aminozuur profielen (% t.o.v. lysine) voor vleesvarkens voor lichaamsgroei en voor additionele ondersteuning van het immuunsysteem zoals gebruikt voor de formulering van de proefvoeders (AZ-B en AZ-S) uitgedrukt op schijnbaar darmverteerbare basis.

Aminozuur	Basaal profiel ¹	Gesupplementeerd profiel
Lysine	100	100
Methionine + cysteine	51	61
Threonine	59	71
Tryptofaan	18	22
Arginine	87	87
Histidine	43	43
Isoleucine	53	53
Leucine	101	101
Fenylalanine	54	54
Valine	69	69

¹Gebaseerd op (Bikker, 1994; Jansman et al., 2002; Le Bellego and Noblet, 2002; Moughan, 1998; NRC, 2012).

2.3 Metingen en statistische analyse

2.3.1 Lichaamsgewicht

De dieren werden individueel gewogen bij aanvang en aan het eind van de start, groei en finish fase.

De voergift per hok werd vastgesteld met behulp van een computersysteem dat de verstrekte hoeveelheid voer per hok per groeifase bijhield. De hoeveelheid restvoer per hok per fase werd handmatig gewogen op het eind van elke fase en afgetrokken van de verstrekte hoeveelheid om de opgenomen hoeveelheid voer per hok vast te stellen.

2.3.2 N-verteerbaarheid

Verse mest monsters zijn verzameld op 13, 18 en 24 weken leeftijd van individuele varkens in vier hokken per afdeling. De hokken die bemonsterd werden waren gelijk verdeeld over behandelingen. Dit werd gedaan op drie opeenvolgende dagen waarbij elke dag drie dieren per hok werden bemonsterd, zodat na drie dagen alle dieren in een hok waren bemonsterd. Monsters werden vervolgens per hok gepoold en ingevroren bij -20°C. Voor analyse werden de monsters gevriesdroogd en gemalen of gedroogd voor 24 uur bij 103°C in een oven voor droge stof analyse (AOAC 930.15). De mestmonsters zijn geanalyseerd op het gehalte stikstof met behulp van de Kjeldahl methode (ISO 5983-2) en het gehalte titaan volgens de procedure zoals beschreven in Schothorst (1993). De schijnbare fecale verteerbaarheid van drogestof en N werd berekend op basis van de geanalyseerde gehalten drogestof, stikstof en titaan in de respectievelijke voer- en mestmonsters (Kotb and Luckey, 1972).

2.3.3 Slachtgegevens

Bij een geschat gemiddeld (gemiddeld per hok) diergewicht van 110 kg werden alle dieren van het betreffend hok naar het slachthuis getransporteerd. Dit gewicht is bewust iets lager gekozen dan in de huidige praktijk vanwege het feit dat het ad lib gevoerde beren betrof. Een verdere verlenging van de proefperiode zou waarschijnlijk resulteren in een ongewenste vervetting van de dieren. Het transport van de dieren naar het slachthuis vond plaats in zes verschillende batches en de afstand bedroeg 56 km. In het slachthuis zijn de longen per individueel dier verzameld en gescoord door een patholoog op

status t.a.v. pleuritis en pneumonie. Dit is uitgevoerd met behulp van het protocol in de Bijlage 4. Op het slachthuis zijn tevens de volgende waarnemingen uitgevoerd conform standaard procedures: karkasgewicht, rugspekdicke, spierdicke, mager vlees percentage en uitslachte percentage.

2.3.4 Haptoglobine in bloed

Twee random dieren per hok werden bij aanvang van het experiment geselecteerd voor het meten van de concentratie haptoglobine in serum ter indicatie van de mate van activatie van het immuunsysteem. Bloed van de geselecteerde dieren is drie maal in de loop van de studie bemonsterd, in de start- (dag 19), groei- (dag 55) en finish-fase (dag 97). Bloed werd verzameld vanuit de *vena cava* in serumbuizen (Vacuette®). Vervolgens werden de monsters gekoeld vervoerd naar het lab waar ze werden afgedraaid in een centrifuge (Allegra® X-15R), gedurende 10 min bij 4750 RPM. De serummonsters werden overgebracht in 96 wells platen en ingevroren bij -20°C.

Na ontdooien en opwarmen tot kamertemperatuur van de serummonsters is de haptoglobine concentratie bepaald met behulp van een haptoglobine kit (Tridelta development Ltd., Catalogue No. TP801). De analyse is uitgevoerd volgens de instructies van de fabrikant.

2.3.5 Statistische analyse

De data is geanalyseerd met behulp van GLM en Mixed model procedure van SAS 9.3 (SAS Inst. Inc., Cary, NC). Hok werd hierbij gezien als experimentele eenheid. Voor alle gemeten data is de normaal verdeling van de studentized residuals getoetst met de Schapiro-Wilk test. Wanneer nodig zijn data getransformeerd om te komen tot een data met een normale verdeling. Effecten werden beoordeeld als significant verschillend bij $P \leq 0.05$. Sanitaire status, eiwit niveau van het voer, AZ- profiel van het voer, batch en interacties tussen deze factoren zijn gebruikt als vaste effecten in het model. Daarnaast is sanitaire status x afdeling toegevoegd als random factor om te corrigeren voor afdelingseffect.

3 Resultaten

3.1 Lichaamsgewicht, groei en voeropname

Het gemiddeld lichaamsgewicht (LG) was aan het begin van het experiment hoger voor LSC varkens (17.7 ± 0.1 kg) vergeleken met HSC varkens (16.6 ± 0.1 kg) ($P < 0.01$). In Tabel 3 zijn de resultaten met betrekking tot de voeropname, groei en de voerbenutting weergegeven. De groei was hoger voor HSC vergeleken met LSC varkens voor de startfase (17-39 kg LG), (LSC: 625 g/d, HSC: 677 g/d, $P < 0.01$), en over het totale groeitraject (17-110 kg LG), (LSC: 855 g/d, HSC: 910 g/d, $P < 0.05$), maar niet in de groeifase (39-90 kg LG, $P = 0.25$).

Verstreking van de NE voeders resulteerde in een hogere groei in alle fasen in vergelijking met verstreking van de LE voeders ($P < 0.0001$, $P < 0.0001$, $P = 0.0001$, voor resp. de start- en groeifase en voor het totale traject). De AZ-S gevoerde dieren hadden een hogere groei in vergelijking met de AZ-B gevoerde dieren voor de groeifase ($P = 0.02$) en over het totale groeitraject ($P = 0.009$).

De AZ-S gevoerde dieren lieten ook hogere groei zien vergeleken met de AZ-B gevoerde dieren in de startfase onder de HSC, maar niet bij de LSC, resulterend in een trend voor een interactie ($P = 0.06$) tussen beide effecten. Een interactie voor wat betreft de voeropname tussen SC en AZ werd gevonden in de startfase ($P < 0.01$) en over het totale groeitraject ($P = 0.042$), maar niet in de groeifase ($P = 0.17$). Dieren die het AZ-S profiel verstrekt kregen hadden een hogere voeropname in de startfase en over het gehele groeitraject vergeleken met dieren die het AZ-B profiel verstrekt kregen, wanneer de dieren in HSC gehuisvest waren, echter niet wanneer ze onder LSC werden gehouden.

De voerbenutting (voederconversie) was lager voor varkens in HSC vergeleken met LSC voor de startfase ($P = 0.002$), het gehele groeitraject ($P = 0.002$), maar niet voor de groeifase ($P = 0.82$). De voederconversie was in alle fasen lager voor dieren die de NE voeders kregen in vergelijking met de LE voeders ($P < 0.0001$). De varkens gevoerd met het AZ-S profiel hadden gedurende het volledige groeitraject een lagere voederconversie vergeleken met AZ-B profiel gevoerde varkens ($P = 0.005$). De hogere voerbenutting tussen de beide AZ-profielen was groter voor varkens in LSC vergeleken met varkens in HSC, resulterend in een statistische interactie ($P = 0.01$) tussen beide effecten. Een tendens in dezelfde richting werd gevonden voor de voederconversie in de groeifase ($P = 0.07$).

3.2 Fecale nutriëntvertering

De resultaten ten aanzien van de schijnbare fecale verteerbaarheid van drogestof en stikstof zijn weergegeven in Tabel 4. Schijnbare fecale verteerbaarheid voor stikstof was hoger voor varkens gehuisvest in HSC vergeleken met LSC in alle fasen van de studie ($P < 0.01$). Per fase verhoogde de schijnbare fecale verteerbaarheid voor stikstof van 80.6% (startfase), naar 83.8% (groeifase), naar 84.7% (finishfase) ($P < 0.001$).

3.3 Slachtgegevens

De gegevens van de dieren verkregen bij de slacht zijn weergegeven in Tabel 5. Karkasgewicht was hoger voor varkens die met hoog eiwit voer gevoerd waren vergeleken met dieren die laag eiwit voer kregen ($P = 0.001$). Dieren gevoerd met een NE rantsoen hadden ook lagere spekdikte ($P < 0.001$), hoger mager vlees percentage ($P < 0.01$) en een hoger aanhoudingspercentage ($P < 0.05$) vergeleken met laag eiwit gevoerde varkens.

Het AZ-S profiel resulteerde in hogere spierdikte ($P = 0.008$), een lagere spekdikte ($P = 0.047$) en een hoger mager vlees percentage ($P = 0.027$) vergeleken met het AZ-B profiel.

Pleuritis scores waren hoger voor varkens gehuisvest in LSC vergeleken met HSC varkens ($P < 0.0001$). De hoog eiwit gevoerde varkens hadden lagere pneumonie scores dan laag eiwit gevoerde

varkens. In de HSC werd een tegenovergesteld effect waargenomen (interactie, $P < 0.05$). Het AZ-S profiel resulteerde in een trend voor lagere pneumonie scores vergeleken met AZ-B profiel in alle gevallen behalve bij in LSC gehuisveste varkens gevoerd met een laag eiwit voer (interactie, $P = 0.06$).

3.4 Haptoglobine analyse

In Tabel 6 zijn de haptoglobine concentraties in serum gemiddeld van drie tijdstippen weergegeven. Het haptoglobine gehalte was significant hoger voor LSC dieren vergeleken met HSC dieren ($P < 0.01$). Het haptoglobine niveau nam af per fase in de tijd voor LSC varkens, terwijl de gehalten van HSC varkens omhoog gingen in de finishfase ten opzichte van de groeifase (interactie, $P = 0.017$, niet weergegeven in Tabel 6). Verstrekking van voer met een normaal eiwitgehalte resulteerde binnen de LSC dieren in hogere haptoglobine waarden dan laag eiwit voer terwijl bij de HSC dieren het tegenovergestelde effect werd vastgesteld (interactie, $P < 0.01$).

Tabel 3

Groei, voeropname en voerbenutting van beren gehuisvest onder verschillende sanitaire condities en gevoerd met voeders variërend in eiwit niveau (LE vs. NE) en aminozuur profiel (B vs. S).

	Behandelingen															
	LSC ¹				HSC ¹					P-waarden ⁵						
	LE ²		NE ²		LE		NE									
Item	AZ-B ³	AZ-S ³	AZ-B	AZ-S	AZ-B	AZ-S	AZ-B	AZ-S	SEM ⁴	SS	RE	AZ	SC x RE	SC x AZ	RE x AZ	SC x RE x AZ
n ⁶	9	9	9	9	8	8	8	8								
Start gew, kg	17.6	18.0	17.6	17.6	16.6	16.6	16.7	16.6	0.1	<.0001	0.104	0.355	0.114	0.118	<u>0.065</u>	0.240
Groei, g/d																
0-35 d	602	591	655	652	618	660	697	724	16	0.005	<.0001	0.215	0.530	<u>0.059</u>	0.863	0.595
36-83 d	962	992	1023	1088	979	1024	1113	1132	33	0.253	<.0001	0.024	0.217	0.652	0.886	0.386
17-110 kg LG	825	846	864	884	860	886	925	969	18	0.031	0.0001	0.009	<u>0.096</u>	0.492	0.665	0.653
Voeropname, kg/d																
0-35 d	1.25	1.23	1.22	1.20	1.20	1.28	1.23	1.26	0.02	0.172	0.393	0.212	0.274	0.009	0.416	0.397
36-83 d	2.12	2.12	2.12	2.07	2.10	2.22	2.22	2.24	0.05	0.110	0.445	0.492	0.170	0.167	0.266	0.692
17-110 kg LG	1.95	1.92	1.90	1.89	1.91	1.99	1.94	2.00	0.04	0.249	0.656	0.238	0.133	0.042	0.898	0.626
Voederconversie, kg/kg																
0-35 d	2.07	2.08	1.86	1.85	1.94	1.94	1.76	1.74	0.03	0.002	<.0001	0.703	0.450	0.907	0.594	0.960
36-83 d	2.20	2.14	2.07	1.93	2.14	2.17	2.00	1.98	0.05	0.816	<.0001	0.095	0.999	<u>0.071</u>	0.280	0.814
17-110 kg LG	2.36	2.27	2.20	2.13	2.22	2.25	2.10	2.06	0.02	0.002	<.0001	0.005	0.995	0.014	0.477	0.123

¹LSC = lage sanitaire condities , HSC = hoge sanitaire condities

²LE = laag ruw eiwit voer, NE = normaal ruw eiwit voer

³AZ-B = basaal aminozuur profiel , AZ-S = gesupplementeerd aminozuur profiel

⁴SEM = standaard fout van gemiddelde, gemiddelden zijn weergegeven als "LS means"

⁵Significant verschillend bij P≤0.05

⁶n staat voor aantal hokken, in elk hok waren 9 varkens gehuisvest

Tabel 4

Schijnbare fecale verteerbaarheid van drogestof en voor stikstof (N) van vleesvarkens gehuisvest onder verschillende sanitaire condities en gevoerd met voeders variërend in eiwit niveau en aminozuur profiel.

	Behandelingen																
	LSC ¹				HSC ¹						P-waarden ⁵						
	LE ²		NE ²		LE		NE										
Item	AZ-B ³	AZ-S ³	AZ-B	AZ-S	AZ-B	AZ-S	AZ-B	AZ-S	SEM ⁴	SS	RE	AZ	Fase ⁷	SC x RE	SC x AZ	RE x AZ	SC x RE x AZ
n ⁶	4	4	4	4	4	4	4	4									
Schijnbaar fecale droge stof verteerbaarheid, %																	
17-110, kg LG	96.1	96.1	96.1	96.4	96.1	96.2	96.1	96.2	0.72	<.0001	0.540	0.005	<.0001	0.923	0.671	0.823	0.936
Schijnbare fecale N verteerbaarheid, %																	
17-110, kg LG	82.3	82.1	82.9	83.1	83.6	83.4	84.2	83.1	0.43	0.0016	0.126	0.271	<.0001	0.295	0.286	0.607	0.298

¹LSC = lage sanitaire condities , HSC = hoge sanitaire condities

²LE = laag ruw eiwit voer, NE = normaal ruw eiwit voer

³AZ-B = basaal aminozuur profiel , AZ-S = gesupplementeerd aminozuur profiel

⁴SEM = standaard fout van gemiddelde, gemiddelden zijn weergegeven als "LS means"

⁵Significant verschillend bij P≤0.05

⁶n staat voor aantal hokken, in elk hok waren 9 varkens gehuisvest.

⁷De resultaten zijn weergegeven als een gemiddelde over drie tijdstippen van monsternamen gedurende het groei traject. Er waren geen interacties met fase.

Tabel 5

Slacht- en karkasgegevens en incidentie van pleuritis en longafwijkingen van vleesvarkens gehuisvest onder verschillende sanitaire condities en gevoerd met voeders variërend in eiwit niveau en aminozuur profiel.

	Behandelingen															
	LSC ¹				HSC ¹					P-waarden ⁵						
	LE ²		NE ²		LE		NE									
Item	AA-B ³	AA-S ³	AA-B	AA-S	AA-B	AA-S	AA-B	AA-S	SEM ₄	SS	RE	AZ	SC x RE	SC x AZ	RE x AZ	SC x RE x AZ
n ⁶	9	9	9	9	8	8	8	8								
Levend gewicht, kg ⁹	109.7	108.0	112.8	114.3	108.1	111.9	113.1	116.3	1.85	0.395	0.0007	0.198	0.976	0.166	0.622	0.479
Karkas gewicht, kg	84.7	82.3	86.4	88.2	82.0	85.7	86.3	88.8	1.55	0.775	0.001	0.203	0.949	0.122	0.487	0.227
Spierdikte, mm ⁷	55.4	55.6	55.3	59.1	55.3	56.6	55.8	56.6	0.90	0.776	0.122	0.008	0.186	0.415	0.178	0.066
Spekdikte, mm ⁷	15.3	13.9	13.3	12.9	14.7	14.3	13.4	13.7	0.33	0.452	<.0001	0.047	0.251	0.069	0.075	0.875
Mager vlees, % ⁷	58.1	58.9	59.3	59.7	58.4	58.7	59.2	59.1	0.23	0.528	<.0001	0.027	0.256	0.105	0.132	0.895
Aanhouding, %	77.1	76.2	76.6	77.2	75.9	76.6	76.3	76.4	0.35	0.181	0.506	0.626	0.732	0.252	0.322	0.021
Pleuritis score ⁸	0.44	0.50	0.59	0.43	0.15	0.21	0.12	0.33	0.08	<.0001	0.535	0.614	0.967	0.130	0.521	<u>0.071</u>
Pneumonie score ⁸	0.53	0.65	0.79	0.74	0.94	0.80	0.86	0.57	0.15	0.321	0.647	0.325	0.016	0.065	0.161	0.825

¹LSC=lage sanitaire condities, HSC= hoge sanitaire condities

²LE=laag ruw eiwit voer, NE= normaal ruw eiwit voer

³AZ-B= basaal aminozuur profiel, AZ-S= gesupplementeerd aminozuur profiel

⁴SEM = standaard fout van gemiddelde, gemiddelden zijn weergegeven als "LS means"

⁵Significant verschillend bij P≤0.05

⁶n staat voor aantal hokken, in elk hok waren 9 varkens gehuisvest.

⁷Mager vlees percentage, spek en spierdikte zijn gecorrigeerd voor karkasgewicht.

⁸Pleuritis is gescoord op een schaal van 0-2 en pneumonie op een schaal van 0-3.

⁹Levend gewicht is een gemeten waarde en dus niet berekend m.b.v. het karkas gewicht

Tabel 6

Haptoglobine concentraties in serum van varkens gehuisvest onder verschillende sanitaire condities en gevoerd met voeders variërend in eiwit niveau en aminozuur profiel.

	Behandelingen																
	LSC ¹				HSC ¹						P-waarden ⁵						
	LE ²		NE ²		LE		NE										
Item	AZ-B ³	AZ-S ³	AZ-B	AZ-S	AZ-B	AZ-S	AZ-B	AZ-S	SEM ⁴	SS	RE	AZ	Fase ⁷	SC x RE	SC x AZ	RE x AZ	SC x RE x AZ
n ⁶	9	9	9	9	8	8	8	8									
Haptoglobine in serum, g/L																	
17-110, kg LG	0.98	0.81	1.14	1.14	0.80	0.74	0.63	0.77	0.09	0.005	0.186	0.736	0.008	0.023	0.361	0.164	0.929

¹LSC=lage sanitaire condities, HSC= hoge sanitaire condities

²LE=laag ruw eiwit voer, NE= normaal ruw eiwit voer

³AZ-B=basaal aminozuur profiel, AZ-S= gesupplementeerd aminozuur profiel

⁴SEM = standaard fout van gemiddelde, gemiddelden zijn weergegeven als "LS means"

⁵Significant verschillend bij P≤0.05

⁶n staat voor aantal hokken, in elk hok waren 9 varkens gehuisvest.

⁷De resultaten zijn weergegeven als een gemiddelde over drie tijdspunten, er is een interactie gevonden voor SC*fase (P=0.017)

4 Discussie

Dit experiment was opgezet om het effect van eiwitniveau (normaal versus verlaagd) en aminozuursamenstelling in het rantsoen te evalueren op de technische prestaties van beren gehuisvest onder verschillende sanitaire condities. Om voorgaande te kunnen testen is het belangrijk een contrast in sanitaire condities te creëren. Dit contrast is aangebracht door middel van het al dan niet vaccineren van de dieren tegen een aantal relevante bacteriële en virale aandoeningen, het al dan niet toepassen van een antibioticum behandeling bij aanvang van de startfase, het al dan niet ontwormen van de dieren gedurende het groeitraject en variatie in hygiëne maatregelen incl. bezoekers protocol in de proeffaciliteit.

HSC varkens lieten een hogere groei (± 50 g/dag hogere groei; $P=0.03$), lagere pleuritis score (± 0.3 punten lager op een 0-2 schaal, $P<0.0001$) en lagere serum haptoglobine waarde zien (± 0.15 g/L lager serum haptoglobine; $P<0.0001$), vergeleken met LSC dieren. Lagere groei, hogere pleuritis scores, en hogere haptoglobine gehalten zoals gevonden in de LSC dieren zijn gerelateerd aan een lage gezondheidsstatus, ziekte en/of suboptimale omstandigheden (Le Floch et al., 2006; Piñeiro et al., 2009; van den Berg et al., 2007). Deze bevindingen gezamenlijk laten zien dat een contrast in sanitaire condities succesvol was aangebracht in deze studie.

Bij start van het experiment was het gewicht van LSC varkens (17.7 ± 0.7 kg) hoger dan dat van HSC varkens (16.6 ± 0.6 kg, $P<0.01$). Een lager begingewicht voor HSC dieren kan een gevolg zijn van het vaccineren van deze dieren voor aanvang van het experiment. HSC dieren waren gevaccineerd tegen zes veel voorkomende aandoeningen bij vleesvarkens. Vaccinatie met dode en/of levende vaccins resulteert vaak in een immuun- en ziekterespons en stress, verhoogde cytokine productie hetgeen de eetlust negatief kan beïnvloeden (Kelley et al., 2003; Opriessnig et al., 2008).

Als gevolg van deze vaccinaties zouden de HSC varkens in de periode voorafgaand aan de studie dus een verlaagde groei kunnen hebben gehad door een lagere voeropname dan de niet gevaccineerde LSC varkens. Vaccinatie van de LSC varkens met een placebo, zou het stress effect van de vaccinatie kunnen hebben nagebootst, echter niet het effect van de inductie van de aanmaak van cytokines. In de startfase groeiden HSC dieren harder dan LSC dieren hetgeen resulteerde in een numeriek hoger eindgewicht na de startfase voor HSC dieren vergeleken met LSC dieren (LG einde startfase; LSC: 38.7 kg, HSS: 39.4 kg, $P=0.12$).

Over de totale experimentele periode hadden LSC varkens een lagere groei dan HSC varkens ($P=0.03$). Dit verschil in groei werd ook gevonden in andere studies waarin een contrast in suboptimale en optimale condities werd gecreëerd (Le Floch et al., 2009; Pastorelli et al., 2012a; Williams et al., 1997) en kan verklaard worden door de competitie in nutriënten verbruik voor het immuunsysteem en groei, waarbij wordt verondersteld dat de dekking van de behoeften van het immuunsysteem een hogere prioriteit zal hebben dan aanwending voor aanzet van lichaamseiwit en groei (Humphrey and Klasing, 2004; Le Floch et al., 2004). Uit een meta-analyse uitgevoerd door Pastorelli et al. (2012b) bleek dat het grootste deel van lagere groei bij varkens in suboptimale condities, verklaard kon worden door een verminderde voerefficiëntie en niet zozeer door een verlaagde voeropname. Dit is ook het geval in het huidige experiment, de voeropname was namelijk niet significant verschillend ($P>0.05$) tussen LSC en HSC varkens maar de voerefficiëntie was significant lager in de LSC gehuisveste dieren ($P<0.05$). De verhoogde voederconversie in LSC dieren kan gerelateerd zijn aan een verhoogd gebruik van energie voor onderhoud en processen van een geactiveerd immuunsysteem of voor een verhoogde aanzet van vet in het lichaam zoals gevonden door Parmentier et al. (2002) in kippen, waarbij een verschil in vetaanzet werd gevonden tussen controledieren en dieren die achtereenvolgens werden blootgesteld aan verschillende antigenen. In de huidige studie is geen verschil gevonden voor spekdicte tussen HSC en LSC dieren, wat zou kunnen betekenen dat extra vet aanzet geen rol heeft gespeeld in deze studie. In de huidige studie zijn echter absolute vetaanzet of het vetpercentage van het karkas niet bepaald.

Een van de factoren die van invloed kan zijn geweest op het groeiverschil tussen LSC en HSC dieren is de aanwezigheid van longproblemen. LSC varkens hadden een hogere pleuritis score dan HSC varkens ($P < 0.05$). Pleuritis is een ontsteking aan het longvlies en kan een negatief effect hebben op groei (Mousing et al., 1990). Pastorelli et al. (2012b) maakten in zijn meta-analyse onderscheid tussen longproblemen en andere vormen van sanitaire challenge zoals infectie aan het verteringsstelsel, parasitaire infectie of slechte huisvesting en het effect van deze challenges op dierprestaties. In de genoemde meta-analyse werd gevonden dat infecties aan het verteringsstelsel ongeveer 40% minder groei tot gevolg hadden t.o.v. niet geïnfecteerde controle dieren terwijl longproblemen in ongeveer 25% minder groei resulteerde. Wanneer vervolgens een opdeling werd gemaakt in verminderde groei door enerzijds een verlaagde voerefficiëntie of anderzijds door een verhoogd verbruik voor onderhoudsprocessen, vonden Pastorelli et al. (2012b) dat de verdeling bij infectie aan verteringsstelsel resulteerde in een verlaging van 10% van de absolute groei uit verlaagde voerefficiëntie en een verlaging van 30% van de absolute groei uit een verhoogde behoefte voor onderhoudsprocessen. Voor longaandoeningen leidde men af dat de groei 17% werd verlaagd als gevolg van verlaging van de voerefficiëntie en 7% werd verlaagd door een verhoogde onderhoudsbehoefte van energie en nutriënten. Dit zou betekenen dat gezondheidsproblemen van het maagdarmkanaal een groter effect zouden hebben op groei dan longproblemen en dat gezondheidsproblemen van het maagdarmkanaal met name een verhoogde onderhoudsbehoefte voor nutriënten tot gevolg hebben en longproblemen vooral leiden tot een verlaagde voerefficiëntie. Aangezien in onze studie een combinatie van factoren een rol heeft gespeeld in het contrast tussen HSC en LSC dieren, zal deze combinatie het effect op groei zoals gevonden (50 g/dag groei verschil LSC en HSC dieren) ook hebben veroorzaakt. Het is daarom moeilijk onderscheid te maken tussen de verschillende typen aandoeningen en het effect ervan op dierprestaties.

Gedeeltelijk kan de lagere voederconversie in HSC dieren komen door een hogere schijnbaar fecale N vertering in deze dieren vergeleken met LSC dieren ($P < 0.01$). Echter kan dit niet het gehele verschil in groei verklaren aangezien het verschil in N-vertering maar 1% is en dit zou resulteren in 12 gram extra groei per dag, wanneer wordt uitgegaan van een voeropname van 2 kg/dier/dag, het voer met het hoogste eiwit niveau (16.5% RE) en een efficiëntie van 60% waarin verteerbaar N naar lichaams-N zou worden omgezet, zoals vastgesteld door Figueroa et al. (2002). Op deze wijze zou door de hogere N-verteerbaarheid bij HSC gehuisveste varkens maximaal 24% van het verschil in groei verklaard worden van de totale extra groei vergeleken met LSC dieren.

Een verschil in N-verteerbaarheid van de voeders bij dieren in LSC en HSC condities is in overeenstemming met resultaten uit een studie van Kampman-Van de Hoek (submitted) waarin een verschil in schijnbare fecale verteerbaarheid in N werd gevonden van 3.7% in vleesvarkens met een verschillende gezondheidsstatus ($P < 0.01$). Een verminderde verteerbaarheid kan een gevolg zijn van aandoeningen aan het verteringskanaal, darmschade of samenhangen met een verhoogde passage van digesta door het verteringskanaal (Pastorelli et al., 2012b; Sandberg et al., 2006). Het is in de huidige studie niet duidelijk wat de oorzaak is geweest van het gevonden verschil in verteerbaarheid. Daarnaast is het verschil klein (1%), aanzienlijk lager dan het verschil gevonden door Kampman-Van de Hoek (submitted). Daarom lijkt het dan ook onwaarschijnlijk dat het waargenomen verschil in N-verteerbaarheid grote verschillen in dierprestatie heeft veroorzaakt.

De waargenomen verlaagde voederconversie in AZ-S vs. AZ-B varkens, in met name de LSC varkens (interactie SC x AZ, $P < 0.05$), bevestigt de hypothese dat het AZ-S profiel beter voldoet aan de aminozuurbedoefte van LSC varkens dan het AZ-B profiel. Uit literatuur is bekend dat immuun gestimuleerde varkens, zoals de LSC varkens uit de huidige studie, een andere AZ behoefte hebben in vergelijking met gezonde dieren (Grimble and Grimble, 1998; Klasing, 2007; Le Floc'h et al., 2004; Rakhshandeh et al., 2014). Met name de behoefte aan aromatische en zwavelhoudende AZ neemt toe in geval van stimulatie van het immuunsysteem, omdat o.a. ontstekingsiwitten geproduceerd door de lever als gevolg van immuun stimulatie, rijk zijn aan deze specifieke AZ (Reeds et al., 1994).

De verschillen in behoeften aan de extra gesupplementeerde AZ in het AZ-S voer t.o.v. het AZ-B voer werden verwacht groter te zijn bij een lager eiwit- en aminozuur aanbod (LE) dan bij een normaal eiwit- en aminozuuraanbod (NE). De afwezigheid van een interactie tussen beide factoren in de

huidige studie ten aanzien van de productieresultaten ($P > 0.05$) laat zien dat deze veronderstelling niet juist was.

Er werd verwacht dat varkens gevoerd met een NE-voer een hogere groei en lagere voederconversie zouden hebben dan varkens met het LE-voer ($P < 0.01$, voor beide). Het is namelijk algemeen bekend dat verstrekking van extra eiwit leidt tot meer groei en een betere efficiëntie, wanneer eiwit beperkt is en er voldoende energie beschikbaar is uit voer (Bikker et al., 1995).

Het toevoegen van limiterende AZ aan het voer resulteert meestal in hogere groei, hetgeen het geval was voor LSC dieren in de groeifase ($P < 0.05$) en voor het gehele groei traject ($P < 0.05$). Het lijkt er dus op dat Thr, Trp en Met limiterend waren voor groei in het AZ-B voer voor LSC dieren in deze fasen. Thr, Trp en Met waren niet alleen limiterend voor groei voor de LSC dieren, maar ook voor HSC dieren. Het toevoegen van deze AZ in het voer zorgde namelijk voor een lagere voederconversie voor het gehele groei traject vergeleken met het niet toevoegen van deze AZ ($P < 0.01$).

De interactie sanitaire status x AZ-profiel voor voeropname in de startfase ($P < 0.01$), maar niet in de groeifase ($P > 0.05$) is een opvallend resultaat. HSC varkens hadden een hogere voeropname voor AZ-S vergeleken met AZ-B profiel, terwijl LSC varkens dezelfde voeropname hadden bij beide profielen. De gevonden interactie voor voeropname resulteerde dan ook in een trend voor een interactie in dezelfde richting voor groei in de startfase ($P = 0.06$). Dit suggereert dat HSC varkens waarschijnlijk meer gelimiteerd waren in groeipotentie met het AZ-B profiel dan LSC varkens. Dit laatste effect was tegengesteld aan de verwachting bij dieren met een meer geactiveerd immuunsysteem.

De resultaten ten aanzien van de effecten van de voerbehandelingen op de voeropname kunnen suggereren dat Trp als één van de drie gesuppleerde aminozuren (Henry et al., 1992) een beperking in eetlust en voeropname heeft veroorzaakt, hetgeen voornamelijk bij HSC varkens resulteerde in het niet halen van hun voeropname potentieel na een periode met een verlaging in voeropname en groei voorafgaand aan de opleg van de dieren in de studie. Het laatste was waarschijnlijk een gevolg van de toegepaste vaccinaties bij HSC dieren in deze periode. Tevens lijkt het dat de HSC varkens in de startfase compensatoire groei lieten zien, terwijl LSC varkens dit niet toonden.

Aan het eind van het experiment werden varkens per hok geleverd aan het slachthuis op een gemiddeld individueel gewicht van ongeveer 110 kg. Aangezien deze strategie gehanteerd werd, werd er geen effect van de proefbehandelingen op karkasgewicht verwacht. Er werd echter toch een effect van eiwitniveau in het voer op karkasgewicht vastgesteld ($P < 0.05$). Waarschijnlijk resulteert dit effect uit de finishfase, omdat een vergelijkbaar effect is gevonden van eiwitniveau van het voer op het levend gewicht één dag voor slachten ($P < 0.05$). Het lijkt erop dat varkens met het NE niveau gevoerd in de finishfase, een hogere karkasgroei lieten zien dan verwacht en het target lichaamsgewicht voor slacht passeerden, terwijl varkens op het voer met het lage eiwitgehalte dit niet deden. Als gevolg hiervan hebben dieren in de LE voerbehandelingen ook een hogere spekdikte en lager mager vlees percentage dan dieren in de NE voerbehandelingen (beiden, $P < 0.05$).

Uit de studie kan worden afgeleid dat dieren met een lage sanitaire status baat hebben bij extra gesuppleerde aminozuren Met, Trp en Thr in het voer waarschijnlijk samenhangend met een verhoogde behoefte aan deze aminozuren vanwege een hoger verbruik door en behoefte van het immuunsysteem. Het extra suppleren van deze aminozuren in voeders voor bedrijven met een lage sanitaire status kan helpen om varkens op dergelijke bedrijven technisch beter te laten presteren en kan tevens ondersteuning bieden aan een goede werkzaamheid van het immuunsysteem.

5 Conclusies

De resultaten laten zien dat een contrast in sanitaire status bij dieren met een zelfde origine succesvol gecreëerd is in dit experiment. Het toevoegen van extra threonine, tryptofaan en methionine resulteerde in betere zoötechnische resultaten voor dieren gehuisvest onder lage en hoge sanitaire condities. Het gunstige effect van de extra gesupplementeerde AZ kwam sterker naar voren in de LSC dieren, hetgeen laat zien dat de behoefte aan threonine, tryptofaan en methionine inderdaad verschillend is voor dieren onder verschillende sanitaire condities. Het toevoegen van deze AZ blijkt met name gunstig voor varkens gehuisvest in sub-optimale condities.

De resultaten van de studie kunnen uiteindelijk worden gebruikt om de voersamenstelling aan te passen op sanitaire condities van een vleesvarkensbedrijf waardoor zowel de technische prestaties van de dieren verder worden geoptimaliseerd en tegelijkertijd het immuunsysteem van de dieren goed wordt ondersteund via de voorziening van nutriënten door de voeding.

Literatuur

- Bikker, P. (1994). Protein and lipid accretion in body components of growing pigs : effects of body weight and nutrient intake. Proefschrift Wageningen.
- Bikker, P., V. Karabinas, M. W. Verstegen, and R. G. Campbell (1995). Protein and lipid accretion in body components of growing gilts (20 to 45 kilograms) as affected by energy intake. *Journal of Animal Science* 73: 2355-2363.
- CVB (2005). Veevoedertabel (Livestock Feed Table). Central Bureau for Livestock Feeding (CVB), Lelystad, The Netherlands.
- Figueroa, J. L. Figueroa, J. L., Lewis, A. J., Miller, P. S., Fischer, R. L., Gómez, R. S., & Diedrichsen, R. M. (2002). Nitrogen metabolism and growth performance of gilts fed standard corn-soybean meal diets or low-crude protein, amino acid-supplemented diets. *Journal of Animal Science* 80: 2911-2919.
- Grimble, R. F., and G. K. Grimble (1998). Immunonutrition: role of sulfur amino acids, related amino acids, and polyamines. *Nutrition* 14: 605-610.
- Henry, Y., Seve, B., Colléaux, Y., Ganier, P., Saligaut, C., & Jégo, P. (1992). Interactive effects of dietary levels of tryptophan and protein on voluntary feed intake and growth performance in pigs, in relation to plasma free amino acids and hypothalamic serotonin. *Journal of Animal Science* 70: 1873-1887.
- Humphrey, B. D., and K. C. Klasing (2004). Modulation of nutrient metabolism and homeostasis by the immune system. *World's Poultry Science Journal* 60: 90-100.
- Jansman, A. J. M., W. Smink, P. van Leeuwen, and M. Rademacher.(2002). Evaluation through literature data of the amount and amino acid composition of basal endogenous crude protein at the terminal ileum of pigs. *Animal Feed Science and Technology* 98: 49-60.
- Kelley, K. W. Kelley, K. W., Bluthé, R. M., Dantzer, R., Zhou, J. H., Shen, W. H., Johnson, R. W., & Broussard, S. R. (2003). Cytokine-induced sickness behavior. *Brain, Behavior, and Immunity* 17:112-118.
- Klasing, K. (2007). Nutrition and the immune system. *British Poultry Science* 48: 525-537.
- Kotb, A., and T. Luckey (1972). Markers in nutrition. In: *Nutrition Abstracts and Reviews*, 42, 813-845.
- Le Bellego, L., and J. Noblet (2002). Performance and utilization of dietary energy and amino acids in piglets fed low protein diets. *Livestock Production Science* 76: 45-58.
- Le Floc'h, N., C. Jondreville, J. J. Matte, and B. Seve (2006). Importance of sanitary environment for growth performance and plasma nutrient homeostasis during the post-weaning period in piglets. *Archives of Animal Nutrition* 60: 23-34.
- Le Floc'h, N., D. Melchior, and C. Obléd (2004). Modifications of protein and amino acid metabolism during inflammation and immune system activation. *Livestock Production Science* 87: 37-45.
- Le Floc'h, N., L. LeBellego, J. J. Matte, D. Melchior, B. Sève (2009). The effect of sanitary status degradation and dietary tryptophan content on growth rate and tryptophan metabolism in weaning pigs. *Journal of Animal Science* 87: 1686-1694.
- Le Floc'h, N., D. Melchior, and B. Sève (2008). Dietary tryptophan helps to preserve tryptophan homeostasis in pigs suffering from lung inflammation. *Journal of Animal Science* 86: 3473-3479.
- Melchior, D., B. Sève, and N. Le Floc'h (2004). Chronic lung inflammation affects plasma amino acid concentrations in pigs. *Journal of Animal Science* 82: 1091-1099.
- Moughan, P. J. (1998). Protein metabolism in the growing pig. In: Kyriazakis, I. (Ed.) *A Quantitative Biology of the Pig*. CABI Publishing, Oxon, UK: 299-331.
- Mousing, J., Lybye, H., Barfod, K., Meyling, A., Rønsholt, L., & Willeberg, P. (1990). Chronic pleuritis in pigs for slaughter: an epidemiological study of infectious and rearing system-related risk factors. *Preventive Veterinary Medicine* 9: 107-119.
- NRC (2012). *Nutrient Requirements of Swine*. 11th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC

-
- Opriessnig, T., Madson, D. M., Prickett, J. R., Kuhar, D., Lunney, J. K., Elsener, J., & Halbur, P. G. (2008). Effect of porcine circovirus type 2 (PCV2) vaccination on porcine reproductive and respiratory syndrome virus (PRRSV) and PCV2 coinfection. *Veterinary Microbiology* 131: 103-114.
- Parmentier, H. K., S. Bronkhorst, M. G. Nieuwland, G. V. de Reilingh, J. M. Van der Linden, M. J. Heetkamp, B. Kemp, J. W. Schrama, M. W. Verstegen, and H. van den Brand. (2002). Increased fat deposition after repeated immunization in growing chickens. *Poultry Science* 81: 1308-1316.
- Pastorelli, H., Le Floc'h, N., Merlot, E., Meunier-Salaün, M. C., Van Milgen, J., & Montagne, L. (2012a). Sanitary housing conditions modify the performance and behavioural response of weaned pigs to feed- and housing-related stressors. *Animal* 6, 1811-1820.
- Pastorelli, H., J. van Milgen, P. Lovatto, and L. Montagne (2012b). Meta-analysis of feed intake and growth responses of growing pigs after a sanitary challenge. *Animal* 6: 952-961
- Piñeiro, C., Piñeiro, M., Morales, J., Andrés, M., Lorenzo, E., del Pozo, M. & Lampreave, F. (2009). Pig-MAP and haptoglobin concentration reference values in swine from commercial farms. *The Veterinary Journal* 179: 78-84.
- Rakhshandeh, A., J. K. Htoo, and C. F. M. de Lange (2010). Immune system stimulation of growing pigs does not alter apparent ileal amino acid digestibility but reduces the ratio between whole body nitrogen and sulfur retention. *Livestock Science* 134: 21-23.
- Rakhshandeh, A., J. K. Htoo, N. Karrow, S. P. Miller, and C. F. M. de Lange (2014). Impact of immune system stimulation on the ileal nutrient digestibility and utilisation of methionine plus cysteine intake for whole-body protein deposition in growing pigs. *British Journal of Nutrition* 111: 101-110.
- Reeds, P. J., C. R. Fjeld, and F. Jahoor (1994). Do the Differences between the Amino Acid Compositions of Acute-Phase and Muscle Proteins Have a Bearing on Nitrogen Loss in Traumatic States? *The Journal of Nutrition* 124: 906-910.
- Sandberg, F. B., G. C. Emmans, and I. Kyriazakis (2006). A model for predicting feed intake of growing animals during exposure to pathogens. *Journal of Animal Science* 84: 1552-1566.
- Schothorst (1993). *Standaardvoorschrift bepaling titaan C.L.O.*
- van den Berg, A., J. Danuser, J. Frey, and G. Regula (2007). Evaluation of the acute phase protein haptoglobin as an indicator of herd health in slaughter pigs. *Animal Welfare* 16: 157-159.
- Van der Peet-Schwering, C. M. C., and A. J. M. Jansman (2007). *Nutriëntbehoefte van varkens onder suboptimale omstandigheden. Animal Sciences Group Wageningen Universiteit, Lelystad, NL Rapport 68.*
- Williams, N. H., T. S. Stahly, and D. R. Zimmerman (1997). Effect of level of chronic immune system activation on the growth and dietary lysine needs of pigs fed from 6 to 112 kg. *Journal of Animal Science* 75: 2481-2496.

Bijlage 1 Vaccinatieschema van de biggen bij de vermeerderaar

Vaccinatieschema bij vermeerderaar					
	Datum:	17-okt-13	6-nov-13	18-nov-13	6-dec-13
	kalenderweek:	42	44	46	49
Vaccin:	leeftijd biggen:	1-2 wk	4-5 wk	6-7 wk	8-9 wk
Mycoplasma		x	x		
Circo			x		
PRRS			x		
Lawsonia			x		
APP				x	x
Influenza				x	x

Bijlage 2 Reinigingsprotocol van het deel van de stal met hoge sanitaire condities.

Dag 1:

Afdeling droog inschuimen met MS Topfoam LC Alk

1.0 begrenzer.

Inweektijd minimaal 30 minuten.

Schoonspuiten met fuilfrees, afdeling naspoelen en controleren.

Afdeling op laten drogen.

Dag 2:

Afdeling droog inschuimen met MS Topfoam LC Alk

1.0 begrenzer.

Inweektijd minimaal 30 minuten.

Afspuiten met vlakstraal, afdeling naspoelen en controleren.

Afdeling op laten drogen.

Dag 3:

Afdeling desinfecteren met MS Megades

0.8 begrenzer.

12 uur laten inwerken en op laten drogen.

Dag 4:

Afdeling desinfecteren met MS Oxydes

0.8 begrenzer.

30 minuten laten inwerken en daarna afdeling goed naspoelen.

Afdeling op laten drogen.

Bijlage 3 Samenstelling proefvoerders in de start-, groei- en finishfase.

Tabel A. Ingrediënten- (g/kg) en berekende nutriëntensamenstelling van de startvoerders.

Item	LE ¹		NE ¹	
	AZ-B ²	AZ-S ²	AZ-B	AZ-S
Ingrediënt, g/kg voer				
Mais	320	320	400	400
Sojaschroot	182.0	182.0	227.5	227.5
Tarwe	160	160	200	200
Gerst	45.5	45.5	56.9	56.9
Maiszetmeel	206.8	204.6	40.7	37.9
Suikerbiet melasse	20	20	20	20
Kalk	13.9	13.9	14.1	14.1
Monocalcium fosfaat	9.99	9.99	8.93	8.93
Soja olie	10.65	10.98	15.98	16.4
Vitaminen + mineralen mix ³	5	5	5	5
Zout	3.19	3.19	3.83	3.84
L-lysine HCl	1.95	1.94	2.35	2.35
Titanium oxide	2.5	2.5	2.5	2.5
Natriumbicarbonaat	2.58	2.58	1.34	1.34
L-threonine	0.6	1.46	0.63	1.71
L-tryptofaan	0.03	0.31	0	0.37
DL-methionine	0.23	0.94	0.23	1.13
Opticell®	15	15	0	0
Berekende nutriënten, g/kg ⁴				
NE, MJ/kg	9.84	9.84	9.84	9.84
EW/kg	1.12	1.12	1.12	1.12
DS,	873.3	873.5	871.8	872.1
Ruw eiwit	132.6	133.9	165	166.6
Zetmeel	474.1	472.3	410	407.7
Ruwe vezel	31.5	31.5	27.8	27.8
AID Lys ⁵	7.06	7.06	8.85	8.85
AID Thr	4.16	5.01	5.22	6.28
AID Trp	1.27	1.55	1.59	1.95
AID Met + cys	3.60	4.30	4.51	5.40
AID Ile	4.38	4.38	5.56	5.56
AID Arg	7.43	7.43	9.38	9.38
AID Phe	5.49	5.49	6.93	6.93
AID His	2.93	2.93	3.71	3.71
AID Leu	8.94	8.94	11.28	11.28
AID Tyr	3.86	3.86	4.89	4.89
AID Val	4.84	4.84	6.16	6.16

¹LE=laag eiwit niveau in het voer, NE= normaaleiwit niveau in het voer.

²AZ-B= aminozuur profiel gericht op groei, AZ-S=aminozuur profiel gericht op ondersteuning immuunsysteem.

³Bevatte het volgende (mg/kg voer): riboflavine, 3; niacine 20; D-pantotheenzuur, 10; choline chloride, 150; cyanocobalamine, 0.015; DL- α -tocopheryl acetaat, 40; menadion, 1.5; retinyl acetaat, 6000 IU; cholecalciferol, 1200 IU; foliumzuur, 0.2; thiamine, 1; pyridoxine-HCl, 1.0; mangaan oxide, 50; ijzer $\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 267; koper $\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 60; zink $\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 140; natrium selenium trioxide, 0.44; kalium iodaat, 1.

⁴Gebaseerd op chemische samenstelling, verteerbaarheid, en energiewaarde voor varkens van de CVB tabel (CVB, 2005).

⁵AID: schijnbaar darmverteerbaar

Tabel B. Ingrediënten (g/kg) en berekende nutriëntensamenstelling van de groeivoeders.

Item	LE ¹		NE ¹	
	AZ-B	AZ-S	AZ-B	AZ-S
Ingrediënt, g/kg				
Mais	400	400	500	500
Sojaschroot	138.15	138.15	172.69	172.69
Tarwe	171.36	171.36	214.19	214.19
Mais zetmeel	199.19	197.23	43.33	40.87
Suikerbiet melasse	20	20	20	20
Kalk	13.11	13.11	13.33	13.33
Monocalciumfosfaat	8.62	8.62	7.67	7.67
Sojaolie	9.19	9.48	10.2	10.57
Vitaminen + mineralen mix ³	5	5	5	5
Zout	3.95	3.95	3.61	3.61
L-lysine HCl	2.45	2.45	2.92	2.92
Titanium oxide	2.5	2.5	2.5	2.5
Natriumbicarbonaat	1.56	1.56	2	2
Kaliumcarbonaat	3.87	3.87	1.52	1.52
L-threonine	0.72	1.49	0.74	1.72
L-tryptofaan	0.21	0.46	0.22	0.55
DL-methionine	0.12	0.76	0.07	0.87
Opticell®	20	20	0	0
Berekende nutriënten, g/kg ⁴				
NE, MJ/kg	9.84	9.84	9.84	9.84
EW/kg	1.12	1.12	1.12	1.12
DS	876.2	876.4	874.5	874.8
Ruw eiwit	119.2	120.4	148.2	149.6
Zetmeel	497.1	495.5	448.9	446.9
Ruwe vezel	34.1	34.1	27.4	27.4
AID Lys ⁵	6.38	6.38	7.95	7.95
AID Thr	3.77	4.53	4.69	5.65
AID Trp	1.15	1.40	1.43	1.75
AID Met + cys	3.26	3.89	4.06	4.85
AID Ile	3.81	3.81	4.84	4.84
AID Arg	6.31	6.31	7.97	7.97
AID Phe	4.87	4.87	6.16	6.16
AID His	2.60	2.60	3.29	3.29
AID Leu	8.48	8.48	10.70	10.70
AID Tyr	3.39	3.39	4.31	4.31
AID Val	4.30	4.30	5.49	5.49

¹LE=laag eiwit niveau in het voer, NE= normaal eiwit niveau in het voer.

²AZ-B= aminozuur profiel gericht op groei, AZ-S=aminozuur profiel gericht op ondersteuning immuunsysteem.

³Bevatte het volgende (mg/kg voer): riboflavine, 3; niacine 20; D-pantotheen zuur, 10; choline chloride, 150; cyanocobalamine, 0.015; DL- α -tocopheryl acetaat, 40; menadion, 1.5; retinyl acetaat, 6000 IU; cholecalciferol, 1200 IU; foliumzuur, 0.2; thiamine, 1; pyridoxine-HCl, 1.0; mangaan oxide, 50; ijzer SO₄.H₂O, 267; koper SO₄.5H₂O, 60; zink SO₄.H₂O, 140; natrium selenium trioxide, 0.44; kalium jodaat, 1.

⁴Gebaseerd op chemische samenstelling, verteerbaarheid, en energiewaarde voor varkens van CVB tabel (CVB, 2005).

⁵AID: schijnbaar darmverteerbaar

Tabel C. Ingrediënten (g/kg) en berekende nutriëntensamenstelling van de finishvoerders.

Item	LE ¹		NE ¹	
	AZ-B ²	AZ-S ²	AZ-B	AZ-S
Ingrediënt, g/kg				
Mais	360.1	360.1	450.1	450.1
Sojaschroot	115.7	115.7	144.6	144.6
Tarwe	240	240	300	300
Maiszetmeel	187.2	185.3	36.4	34.1
Vinasse	20	20	20	20
Kalk	12.2	12.2	12.5	12.5
Monocalciumfosfaat	7.4	7.4	6.5	6.5
Palmpit olie	14	14.3	13.2	13.6
Vitaminen + mineralen mix ³	5	5	5	5
Zout	2.3	2.3	2.6	2.6
L-lysine HCl	2.4	2.4	2.8	2.8
Titanium oxide	2.5	2.5	2.5	2.5
natriumbicarbonaat	5.3	5.3	3	3
L-threonine	0	0.6	0	0.7
L-tryptofaan	0.7	1.4	0.7	1.6
DL-methionine	0.1	0.4	0.1	0.4
L-valine	0.1	0.1	0	0
Opicell®	25	25	0	0
Berekende nutriënten, g/kg ⁴				
NE MJ/kg	9.84	9.84	9.84	9.84
EW/kg	1.12	1.12	1.12	1.12
DS	876.9	877.1	875.5	875.8
Ruw eiwit	117.3	118.4	143.9	145.2
Zetmeel	541.7	509.4	541.7	540.2
Ruwe vezels	37.5	37.5	28.1	28.1
AID Lys ⁵	5.94	5.94	7.39	7.39
AID Thr	3.50	4.21	4.36	5.25
AID Trp	1.07	1.31	1.33	1.63
AID Met + cys	3.03	3.62	3.77	4.51
AID Ile	3.46	3.46	4.40	4.40
AID Arg	5.75	5.75	7.26	7.26
AID Phe	4.47	4.47	5.66	5.66
AID His	2.49	2.49	3.11	3.11
AID Leu	7.60	7.60	9.58	9.58
AID Tyr	3.12	3.12	3.95	3.95
AID Val	4.10	4.10	5.10	5.10

¹LE=laag eiwit niveau in het voer, NE= normaal eiwit niveau in het voer.

²AZ-B= aminozuur profiel gericht op groei, AZ-S=aminozuur profiel gericht op ondersteuning immuunsysteem.

³Bevatte het volgende (mg/kg voer): riboflavine, 3; niacine 20; D-pantotheen zuur, 10; choline chloride, 150; cyanocobalamine, 0.015; DL- α -tocopheryl acetaat, 40; menadion, 1.5; retinyl acetaat, 6000 IU; cholecalciferol, 1200 IU; foliumzuur, 0.2; thiamine, 1; pyridoxine-HCl, 1.0; mangaan oxide, 50; ijzer $\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 267; koper $\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, 60; zink $\text{SO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$, 140; natrium selenium trioxide, 0.44; kalium jodaat, 1.

⁴Gebaseerd op chemische samenstelling, verteerbaarheid, en energiewaarde voor varkens conform de CVB Tabel (CVB, 2005).

⁵AID: schijnbaar darmverteerbaar

Bijlage 4 Score protocol voor longlaesies.

datum:	pathologienummer: protocol
onderzoeker:	projectnummer:
Eigenaar:	projecttitel:

diernummer: groep: hok	Aantal monsters: HO __
---------------------------	------------------------

	Code	0	1	2	3
	Pleuritis				
	LongLaesies verd.				
	Retractie vermog.				
	Consistentie				
	Kleur				
	Snijvlakte				
	Oedeem				
	Exudaat bronch.				
	Vergroting Long Lnn				
	GB	0	+	++	+++
Andere bevindingen: 					

	Code 0	Code 1	Code 2	Code 3
Pleuritis	geen verandering	fibrineuze verkleaving	bindweefselachtige vergroeiing	
Longlaesies, verdeling	geen verandering	fokaal	multi-fokaal	diffuus
Retractievermogen	geen verandering	gering verslechtert	matig verslechtert,	ernstig verslechtert
consistentie	geen verandering	Gering stevig	Matig stevig	Diffuus vast
kleur	Geen verandering	Homogeen + kleur	Gemarmeed + kleur	
snijvlakte	Glad, gering vochtig	zeer vochtig	dof	Pus/abces/necrose
Oedeem	geen verandering	In trachea	In bronchioli	In parenchym
Exudaat bronch.	geen	sereus	slijmig	Slijmig purulent

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



Wageningen UR Livestock Research
Postbus 338
6700 AH Wageningen
T 0317 48 39 53
E info.livestockresearch@wur.nl
www.wageningenUR.nl/livestockresearch

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 10.000 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.

