



Vlaanderen
is landbouw & visserij

71

Kennis van varkensvoeding als sleutel tot rendabel voederen

DEPARTEMENT
LANDBOUW & VISSERIJ

WWW.VLAANDEREN.BE/LANDBOUW

KENNIS VAN VARKENSVOEDING ALS SLEUTEL TOT RENDABEL VOEDEREN

19.12.2014

Colofon

Samenstelling

Departement Landbouw en Visserij

Auteurs

Varkensloket: Sarah De Smet, Kelly Relaes

Departement Landbouw en Visserij: Suzy Van Gansbeke, Tom Van den Bogaert, Norbert Vettenburg, Jan Eskens

Redactie

Departement Landbouw en Visserij: Suzy Van Gansbeke, Tom Van den Bogaert

Varkensloket: Sarah De Smet, Kelly Relaes

Lectoren

An Cools, Dirk Fremaut, Sam Millet, Ludo Segers, Filip Wouters

Verantwoordelijke uitgever

Jules Van Liefveringe

Depotnummer

D/2014/3241/367

Lay-out

Carine Van Eeckhoudt, Departement Landbouw en Visserij

Druk

Vlaamse overheid

Voor bijkomende exemplaren neemt u contact op met

Carine Van Eeckhoudt

Koning Albert II-laan 35 | 1030 Brussel

T:02 552 79 01 / F:02 552 79 71 / publicaties@lv.vlaanderen.be

Een digitale versie vindt u terug op

www.vlaanderen.be/publicaties

INHOUD

Voorwoord	1
Inleiding	3
1 Het Spijsverteringsstelsel van Het varken.....	4
1.1 De mond	4
1.2 De maag	5
1.3 De dunne darm	6
1.4 De dikke darm	6
1.5 Conclusie	7
2 Nutriënten	8
2.1 Eiwitten	9
2.1.1 Limiterend aminozuur	11
2.1.2 Eiwitvertering	13
2.1.3 Verteerbaarheid	14
2.1.4 Ideaal eiwit	16
2.2 Koolhydraten	17
2.3 Vetten	19
2.4 Mineralen en sporenelementen	21
2.5 Vitaminen	23
2.6 Energie	26
2.6.1 Energie op celniveau	28
2.6.2 Energie op dierniveau	28
2.6.3 Energiebehoefte van dieren	32
3 Drinkwater.....	35
4 Grondstoffen.....	36
4.1 Granen	36
4.1.1 Tarwe	37
4.1.2 Gerst	38
4.1.3 Triticale	39
4.1.4 Maïs (korrelmaïs)	40
4.2 Peulvruchten	41
4.2.1 Erwtten	41
4.2.2 Sojabonen	42
4.3 Oliehoudende zaden en vruchten	43
4.3.1 Kruisbloemigen	43
4.3.2 Lijnzaad	43
4.3.3 Andere	44
4.3.4 Producten van de oliebereiding	44
4.4 Producten van de zetmeelbereiding	48
4.4.1 Enkele begrippen	48
4.4.2 Aardappelbijproducten	49
4.4.3 Bijproducten van suikerraffinage	50

4.4.4	Bijproducten van melkindustrie	52
4.4.5	Voedergewassen	53
5	Rantsoenformulering.....	54
5.1	Bepaal de doelstellingen	54
5.2	Stel de behoeften vast	55
5.3	Kies de ingrediënten en bepaal hun eigenschappen	56
5.4	Formuleer de rantsoenen	57
5.5	Evalueer de rantsoenen	57
5.5.1	Uitvoeren van een voederproef	57
5.5.2	Voederetiketten interpreteren	59
6	Voeding van fokdieren.....	63
6.1	Het optimaal voederen van gelten	63
6.2	Drachtige zeugen	65
6.2.1	De energiebehoefte van drachtige zeugen	65
6.2.2	Het belang van een goede conditie	70
6.3	De overgang van dracht naar lactatie	77
6.3.1	Verhuisstress	77
6.3.2	Voederaanpassingen	77
6.3.3	Constipatie	78
6.4	Lacterende zeugen	81
6.5	Het interval spenen – dekken	81
6.6	Voeding van fokberen	81
7	Voeding van biggen.....	83
7.1	Een goede start begint bij de zeug	83
7.2	Spenen gaat met stress gepaard	85
7.3	Evolutie van het spijsverteringsstelsel van een big	86
7.4	Vertering van nutriënten	88
7.4.1	Vertering van eiwitten	88
7.4.2	Vertering van vetten	89
7.4.3	Vertering van koolhydraten	89
7.4.4	Vertering van mineralen	90
7.5	Invloedsfactoren op de vertering van nutriënten	90
7.5.1	Nutriëntenbronnen in biggenvoerders	90
7.5.2	Zuurbindend vermogen	91
7.5.3	Voedervorm	92
7.6	Gebruik van voederadditieven rond de speenperiode	92
7.6.1	Probiotica	92
7.6.2	Prebiotica	92
7.6.3	Zinkoxide	93
7.6.4	Organische zuren en middellange keten vetzuren	93
7.6.5	Antistoffen: eipoeder en plasmapoeder	93
7.6.6	Verteringsenzymen	94
7.6.7	Essentiële oliën	94

8	Voeding van vleesvarkens.....	95
8.1	Het belang van een goede voederconversie	95
8.1.1	De energiebehoefte van vleesvarkens	96
8.1.2	Factoren die de voederconversie beïnvloeden	98
9	Begrippenlijst.....	104
10	Figurenlijst	108
11	Tabellenlijst.....	109
12	Bronnenlijst	110

VOORWOORD

Om te komen tot een betere samenwerking en afstemming in het versnipperde landschap van het praktijkonderzoek en voorlichting in de dierlijke sector werden in 2007 op initiatief van de toenmalige minister-president 5 praktijkcentra in de dierlijke sector opgericht: de praktijkcentra rundvee, varkens, pluimvee, kleine herkauwers en bijen. Begin 2007 werd door verschillende actoren die in Vlaanderen bezig zijn met onderzoek en voorlichting in de dierlijke sector de intentieverklaring ondertekend voor de start van o.a. het Praktijkcentrum Varkens.

Deze praktijkcentra hebben tot doel een aanspreekpunt te worden voor praktijkkennis en het uitvoeren van praktijkonderzoek in de dierlijke sector. Door samen te werken en de onderzoeksprogramma's op elkaar af te stemmen kunnen de aanwezige competenties, de bestaande infrastructuur en de voor handen zijnde onderzoeksbudgetten optimaal aangewend worden.

Deze praktijkcentra moeten gezien worden als een overlegplatform waarin de betrokken onderzoeks- en onderwijsinstellingen kunnen werken aan een grotere coördinatie van hun onderzoeksactiviteiten en aan een afstemming van hun communicatie naar de sectoren. Het is het Departement Landbouw en Visserij dat samen met het Instituut voor Landbouw en Visserij (ILVO) de coördinatie van deze praktijkcentra op zich neemt.

De werking berust momenteel op het samen organiseren van studiedagen en het indienen van demonstratieprojecten. Sinds eind 2007 komen ook enkele leden van de praktijkcentra in aanmerking om bij het Vlaams Landbouwinvesteringsfonds (VLIF) steun aan te vragen bij investeringen. Op die manier zijn ze in staat de bestaande infrastructuur aan te passen aan de hedendaagse noden van praktijkonderzoek en demonstratie.

In 2012 werd de werking van het Praktijkcentrum Varkens versterkt door de oprichting van het Varkensloket als centraal aanspreekpunt en beheerder van een website waarop de beschikbare praktijkinformatie voor de varkenshouder wordt verzameld.

In het kader van de samenwerking binnen het Praktijkcentrum Varkens wordt sinds 2009 jaarlijks een lessenreeks voor varkenshouders en voorlichters georganiseerd. Daarbij komt telkens een verschillend thema aan bod. De informatie van deze reeksen wordt gewoonlijk samengebracht in thematische brochures zoals 'Ventilatie en klimaatbeheersing in varkensstallen' (nummer 59 uit deze reeks), 'Aandoeningen bij varkens' (nummer 60), 'Vruchtbaarheid bij zeugen' (nummer 62) en 'Erfelijkheid en selectie bij varkens' (nummer 65).

In 2013 kreeg de lessenreeks de titel: 'Voeding in de varkenshouderij: kennis van varkensvoeding als sleutel tot rendabel voederen'. Ook van deze lessenreeks werd een brochure geschreven met dezelfde titel. Deze brochure werd gebaseerd op de informatie die de verschillende sprekers meegaven tijdens de lessenreeks en werd uitgeschreven door Sarah De Smet⁽²⁾, Suzy Van Gansbeke⁽¹⁾, Tom Van den Bogaert⁽¹⁾, Kelly Relaes⁽²⁾, Norbert Vettenburg⁽¹⁾ en Jan Eskens⁽¹⁾ respectievelijk van het Departement Landbouw en Visserij⁽¹⁾ en het Varkensloket⁽²⁾. Ik wens hen zeer uitdrukkelijk te bedanken voor de realisatie van dit werk, dat van bijzonder grote betekenis is voor de varkenshouder.

Ir. Johan Verstrynge
Afdelingshoofd

pagina 2 van 117

INLEIDING

Doelstelling van deze brochure is de lezer op een eenvoudige manier praktische informatie te bieden die hem/haar helpt een beter inzicht te verkrijgen in de voeding van het varken. Doelgroepen zijn varkenshouders, voorlichters, leerlingen en studenten, en anderen die baat hebben bij informatie over nutriënten, behoeften en rantsoenformulering van en voor varkens.

Hoofdstukken 1 tot en met 4 leveren de noodzakelijke achtergrondinformatie m.b.t. varkensvoeding. Het spijsverteringsstelsel (H1), de verschillende nutriënten (H2), het drinkwater (H3), de mogelijke grondstoffen (H4) en de manier waarop een rantsoen kan worden geformuleerd (H5) worden achtereenvolgens besproken.

In hoofdstukken 6 tot en met 8 wordt dieper ingegaan op de voeding van de verschillende categorieën varkens: fokdieren (H6), biggen (H7) en vleesvarkens (H8).

Hoewel het de bedoeling is meer inzicht te verschaffen in de voeding van het varken is deze brochure zeker niet volledig. Zo wordt bijvoorbeeld slechts summier ingegaan op water als belangrijk nutriënt en worden verteringsprocessen niet tot in detail uitgelegd.

Suggesties in verband met inhoud en of vormgeving ten behoeve van een volgende editie zijn welkom en mogen gericht worden aan voorlichting@lv.vlaanderen.be.

1 HET SPIJSVERTERINGSSTELSEL VAN HET VARKEN

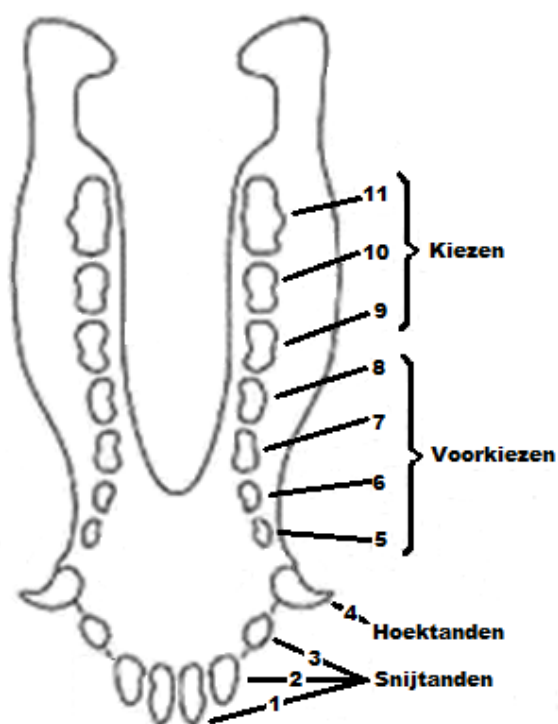
Van nature zijn varkens omnivoren (alleseters). Dit wil zeggen dat ze zowel plantaardige als dierlijke voedselbronnen opnemen. In het wild leven ze voornamelijk op een dieet van plantaardig voedsel zoals wortels, zaden en bessen, aangevuld met dierlijk voedsel afkomstig van insecten, wormen en occasioneel een kadaver. In hun zoektocht naar voedsel maken zij gebruik van hun snuit die ze als wroetschijf gebruiken om de ondergrond om te woelen. Deze grote variëteit aan voedsel die varkens tot zich kunnen nemen, brengt mee dat hun spijsverteringsstelsel is aangepast om de verschillende fracties te kunnen verteren en om te zetten tot nuttige bouwstoffen. Typisch voor een omnivoor is dat de maag vrij groot is en de verhouding van alle onderdelen vrij evenwichtig is: de inhoud van maag, dunne darm en dikke darm is redelijk vergelijkbaar.

Het spijsverteringsstelsel kan beschouwd worden als één lange buis van mond tot rectum (endeldarm). De rol van het spijsverteringsstelsel is er voor te zorgen dat de nutriënten uit het voeder worden afgebroken tot een vorm waarin ze geabsorbeerd (opgenomen) kunnen worden door de rest van het lichaam. Zo worden eiwitten afgebroken in aminozuren en koolhydraten in suikers voor ze kunnen worden geabsorbeerd.

In tegenstelling tot herkauwers beschikken varkens over slechts één maag. Ze kunnen in veel mindere mate steunen op hulp van micro-organismen bij de vertering. Toch is er ook afbraak door bacteriën in de dikke darm, bijvoorbeeld van vezels. Varkens verschillen ook van andere éénmagigen zoals kippen door een tragere passage, een langer spijsverteringskanaal en een grotere inhoud van de dikke darm.

1.1 DE MOND

Als omnivoor beschikt een varken over een breed gamma aan tanden, waarmee het kan snijden, scheuren en malen. De tanden (Figuur 1) zijn de eerste stap in het verteringsproces van voeder.



Figuur 1 Varkensgebit (Bron: presentatie Geert Janssens, lessenreeks voeding 2013)

Grotere delen worden fijn vermalen en vermengd met speeksel. Speeksel bevat natriumbicarbonaat en zorgt voor een buffer tegen het zuur in de maag. Daarnaast bevat het speeksel ook al enzymen (eiwitten die omzetting van andere stoffen mogelijk maken of versnellen) zoals bijvoorbeeld amylase, dat zetmeel ('amyl') kan afbreken. De enzymatische afbraak in de mond is echter zeer gering.

Het belang van voldoende kauwen wordt vaak onderschat. In de moderne varkenshouderij wordt voeder gewoonlijk toegediend in de vorm van meel of korrel. Dit voeder is al heel fijn van structuur en maakt dat een varken hier niet of nauwelijks op moet kauwen. Doordat een varken minder moet kauwen, is de buffer van speeksel in de maag kleiner en ontstaan er gemakkelijker maagzweren. Daarbovenop komt dat varkens minder tijd doorbrengen met voeder opnemen, waardoor de dieren zich sneller gaan vervelen en er een verhoogde kans op stress bestaat.

1.2 DE MAAG

Via de slokdarm komt het voeder in de maag terecht. De maag fungeert als een soort vat waarin de voederdeeltjes worden gemengd met maagzuur en verteringsenzymen. Het 'vat' zelf moet dus bestand zijn tegen het zure milieu. De varkensmaag is vrij gevoelig voor maagzweren.

De maag is onderverdeeld in twee gedeeltes: het niet-secretoirisch (cardia)gedeelte en het secretoirisch (fundus- en pylorus)gedeelte. In het cardiagedeelte komt het voeder de maag binnen. Vooral bij biggen is het een plaats waar melkzuurfermentatie gebeurt, dit vormt een

barrière tegen (niet-melkzuur)bacteriën. De maag speelt een belangrijke rol bij de eiwitvertering. Hiervoor is een zuur milieu nodig. Zo wordt pepsine (het enzym dat eiwitten opsplijt in polypeptideketens) pas geactiveerd bij een lage pH. Een andere functie van de maag is het controleren van de voederstroom naar de dunne darm.

1.3 DE DUNNE DARM

Waar de maag het grove hakwerk doet, is de dunne darm de plaats waar de verteerde nutriënten worden opgenomen (geabsorbeerd). Hiervoor worden niet alleen de enzymen gebruikt die door de dunne darm zelf worden uitgescheiden, maar ook deze van andere organen zoals de pancreas en de lever. De dunne darmflora (de aanwezige micro-organismen) heeft een impact op de beschikbaarheid van nutriënten. Toch is de microbiële activiteit van de dikke darm veel groter dan deze van de dunne darm. Voedersamenstelling en additieven hebben een al dan niet-gunstig effect op deze flora. De werking van de dunne darm wordt ook beïnvloed door hormonen en door signalen van de dikke darm en van andere onderdelen van het spijsverteringsstelsel.

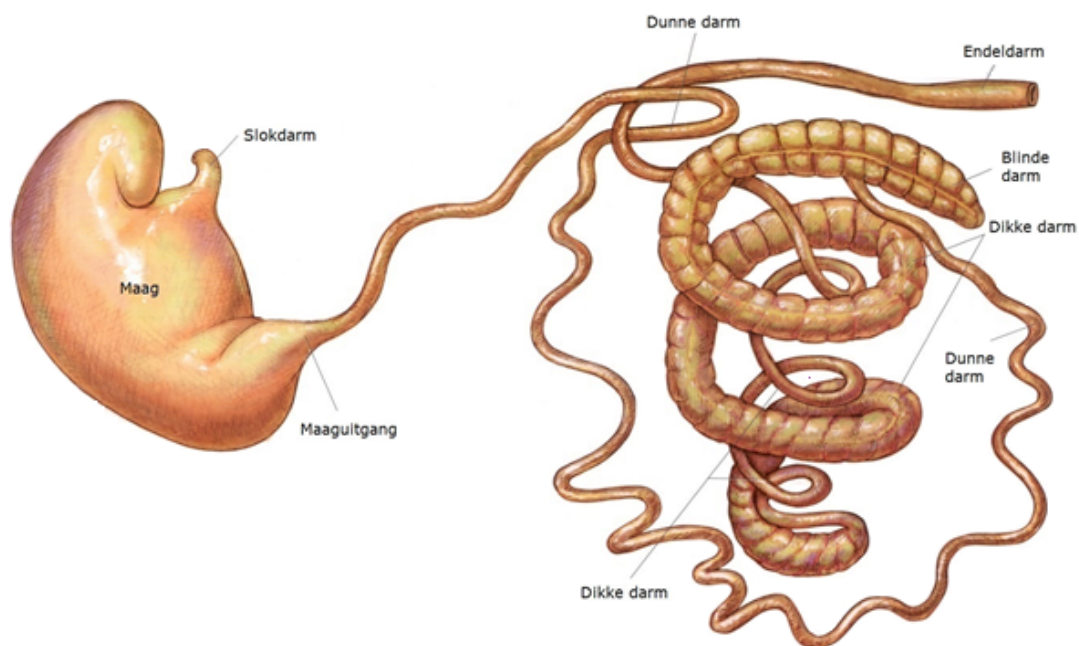
De structuur van de dunne darm staat in functie van zijn werking: de darmwand is gespieerd waardoor de darm kan uitzetten en samentrekken en daardoor het voeder kan verplaatsen over de lengte van de darm. Het helpt ook om enzymen en andere secreties door het voeder te mengen en zorgt ervoor dat het te absorberen materiaal in contact komt met de absorberende cellen op het darmoppervlak. Dit oppervlak bestaat uit grote en kleine vingervormige uitstulpingen (villi en microvilli) waardoor de absorptiecapaciteit in hoge mate toeneemt. Het is ter hoogte van de villi dat de nutriënten door de cellen heen in de bloedbaan worden opgenomen. Om de villi in goede staat te houden en daardoor een optimale verteerbaarheid te verkrijgen is een regelmatige celvernieuwing noodzakelijk. Dit proces kan al in het gedrang komen na een korte periode met een verlaagde voederopname, zoals bijvoorbeeld rond het spenen.

De capaciteit van de dunne darm bepaalt de hoeveelheid voeder die een big kan opnemen, vandaar de noodzaak om aan biggen een geconcentreerd voeder te verstrekken.

1.4 DE DIKKE DARM

De dikke darm van een varken is vrij uitgebreid. Hij speelt een rol bij het absorberen van water en van elektrolyten. Bacteriën in de dikke darm zorgen voor de verdere afbraak van het voeder in nutriënten, dit leidt tot energie uit fermentatie. Complexe koolhydraten (bijvoorbeeld vezels) worden door deze bacteriën omgezet in vluchtige vetzuren, die op hun beurt worden geabsorbeerd en als energiebron worden gebruikt. Hoe ouder de dieren, hoe beter vezels worden verteerd.

////////////////////////////////////



Figuur 2 Schema van het spijsverteringsstelsel (Bron: naar <http://www.studyblue.com/notes/note/n/gi-tract/deck/5490374>)

Voor goede zoötechnische prestaties is het essentieel dat het rantsoen is aangepast aan de verteringsmogelijkheden van het varken. Deze mogelijkheden zijn echter bij geboorte nog beperkt, wat doet besluiten dat aan het rantsoen voor jonge biggen strengere eisen worden gesteld dan aan oudere varkens.

1.5 CONCLUSIE

Het spijsverteringsstelsel van een varken is typisch voor een omnivoor. Hoewel de absorptie van nutriënten hoofdzakelijk in de dunne darm gebeurt zijn de stappen voor én na de dunne darm ook belangrijk. Een optimaal voederaanbod is aangepast aan de verteringsmogelijkheden van het varken en deze zijn bij jonge dieren nog beperkt.

2 NUTRIËNTEN

Hoewel voeder een mengsel is van verschillende grondstoffen (bijvoorbeeld tarwe en soja) is het voor de dieren vooral van belang uit welke nutriënten deze grondstoffen en dus de voeders bestaan. Nutriënten of voedingsstoffen zijn de chemische stoffen die door een dier kunnen worden opgenomen en die het nodig heeft om in leven te blijven. Het zijn als het ware eenheden die worden gebruikt om enerzijds de behoeften van de dieren uit te drukken en anderzijds het aanbod uit het voeder hiermee te vergelijken. Een tekort aan voedernutriënten in vergelijking met de behoeften leidt tot gedaalde producties en gezondheidsproblemen en in meest extreme vorm tot de dood.

Essentiële nutriënten zijn nutriënten die via het voeder moeten worden voorzien, die met andere woorden niet door het dier zelf kunnen worden aangemaakt. De essentiële nutriënten voor varkens zijn opgesomd in Tabel 1.

Tabel 1 Essentiële nutriënten voor varkens

Aminozuren	Mineralen	Vitaminen	Andere
Arginine (arg)	Macro-elementen	Vitamine A	Energie
Histidine (his)	Calcium	Vitamine D	Linoleenzuur
Isoleucine (ile)	Chloor	Vitamine E	Linolzuur
Leucine (leu)	Magnesium	Vitamine B12	Water
Lysine (lys)**	Fosfor	Biotine	
Methionine (met)**	Kalium	Choline	
Fenylalanine (phe)	Natrium	Foliumzuur	
Threonine (thr)**	Zwavel	Menadione	
Tryptofaan (trp)**	Micro-elementen	Niacine	
Valine (val)**	Kobalt	Panthoteenzuur	
Cysteine (cys)*	Koper	Pyridoxine	
Tyrosine (tyr)*	Jodium	Riboflavine	
	Ijzer	Thiamine	
	Mangaan		
	Selenium		
	Zink		

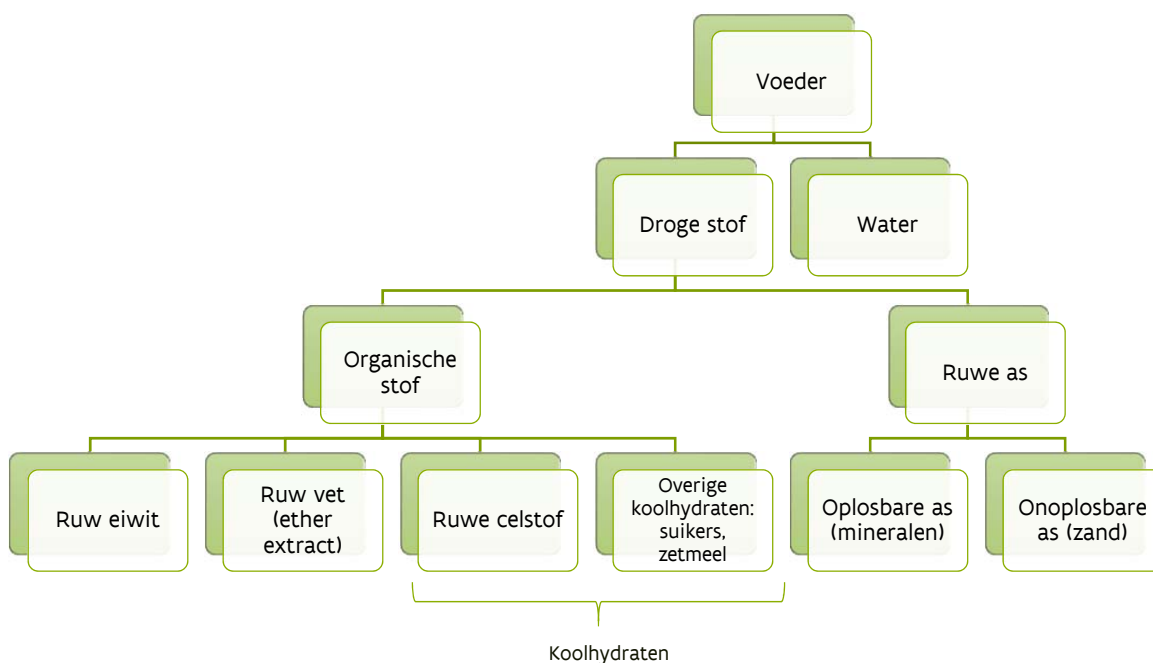
* Semi-essentiële aminosuren

** Amino'suren die synthetisch of via fermentatie kunnen worden aangemaakt en gebruikt worden in de veevoeding

Op basis van de grondstoffen is het onmogelijk om te bepalen hoeveel nutriënten er in een voeder zitten. Hiervoor wordt gebruikgemaakt van de fracties die in de zogenaamde Weende-analyse worden bepaald (Figuur 3). Deze analyse maakt het mogelijk om het vocht-, eiwit-, vetgehalte, ... van een voedermiddel of grondstof te bepalen. Concreet wordt dit uitgedrukt in de Weende-componenten. Aangezien deze methode niet 100% accuraat is, krijgen de meeste componenten 'ruw' mee in de benaming:

////////////////////////////////////

DS: droge stof
 RAS: ruwe as
 RE: ruw eiwit
 RVET: ruw vet
 RC: ruwe celstof
 OK: overige koolhydraten
 OS: organische stof



Figuur 3 Fracties uit de Weende-analyse

Hierbij gelden volgende formules:

$$OK = DS - RAS - RE - RVET - RC$$

$$DS = RAS + RE + RVET + RC + OK$$

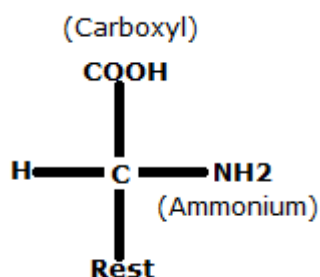
$$DS = VOEDER - WATER$$

$$OS = VOEDER - WATER - RAS$$

2.1 EIWITTEN

Eiwitten uit de voeding zorgen in de eerste plaats voor groei. Het teveel aan eiwitten in voeder wordt gebruikt als energiebron. Dit is echter geen efficiënt proces en wordt daarom zo veel mogelijk vermeden. Eiwitten zijn, zeker in vergelijking met vetten en koolhydraten, dure nutriënten. Bovendien zijn ze verantwoordelijk voor de stikstof in de mest, een teveel aan eiwitten heeft dus ook een invloed op het nutriëntengehalte van de mest.

De bepaling van eiwit in een voeder gebeurt op basis van de totale hoeveelheid stikstof uit de aminozuren in een voeder. Aangezien er in voeder ook andere verbindingen met een stikstofatoom kunnen zitten (bijvoorbeeld DNA) en de bepaling dus niet helemaal correct is, wordt er gesproken over 'ruw eiwit'. Sommige aminozuren bevatten bovendien nog zwavelatomen (S). Een aminozuur is steeds opgebouwd volgens hetzelfde stramien, aan een koolstofatoom zit een carboxylgroep (COOH), een ammonium- of aminogroep (NH₂), een waterstofatoom en een restgroep gebonden. Het is de restgroep die bepaalt hoe een aminozuur functioneert.



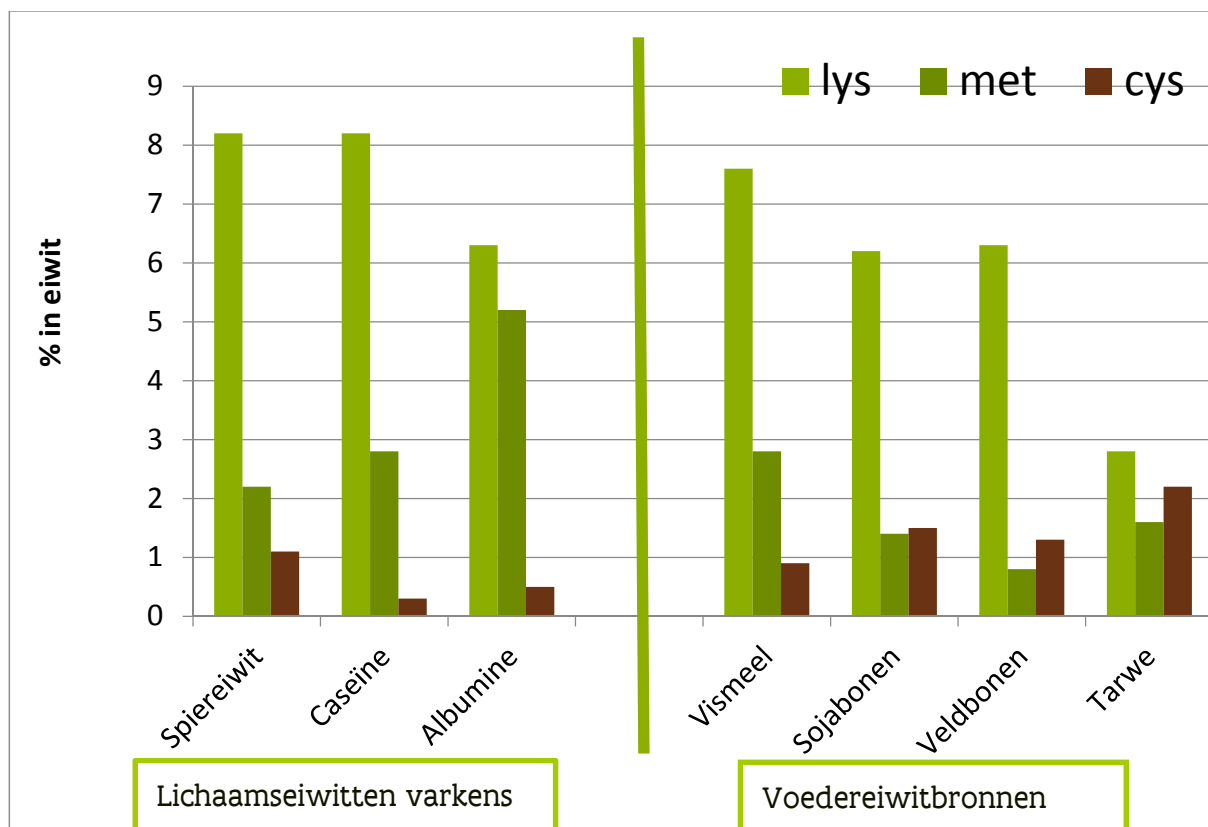
In de natuur komen er ongeveer 200 verschillende aminozuren voor, 50 daarvan komen heel veel voor, slechts een 20-tal aminozuren zijn echt belangrijk in varkensvoeding.

Dieren kunnen geen aminogroepen (het NH_2 -stukje van een aminozuur) aanmaken, planten (en lagere organismen) kunnen dit wel. Toch is het voor een dier niet noodzakelijk dat het alle aminozuren via het voeder opneemt. Een aantal aminozuren kan gemaakt worden uit andere, dit proces heet transaminatie. Sommige aminozuren kunnen niet door het dier worden gesynthetiseerd, dit zijn de essentiële aminozuren. Het ontwikkelen en gebruiken van synthetische aminozuren (aminozuren die in vrije vorm, dus niet in een grondstof, aan het voeder worden toegevoegd), komt voort uit de noodzaak tot opname van essentiële aminozuren in combinatie met de wens om milieu-efficiënt te voederen.

In Tabel 1 werd reeds een overzicht gegeven van de essentiële aminozuren voor een varken (linkse kolom). Deze lijst is niet voor alle diersoorten gelijk, de ene diersoort kan andere aminozuren synthetiseren dan een andere diersoort.

Elk eiwit heeft een specifieke verhouding waarin bepaalde aminozuren voorkomen. Dit is het zogenaamde aminozuurprofiel. Figuur 5 geeft het profiel weer van drie aminozuren (lysine, methionine en cysteïne) in drie eiwitten die door het dier aangemaakt worden en van eiwitten die voorkomen in verschillende voedermiddelen (procentueel uitgedrukt ten opzichte van het totaal eiwitgehalte van het product). In caseïne (een melkeiwit) en in mindere mate in albumine (een eiwit in het bloedplasma), komen de drie aminozuren lysine, methionine en cystine in ongeveer dezelfde verhouding voor als in spiereiwit. Met andere woorden ze hebben een

gelijkaardig aminozuurprofiel. In de eiwitbronnen vismeel en sojabonen komen deze aminozuren nog enigszins in dezelfde verhouding voor. In veldbonen en tarwe (en bij uitbreiding alle granen) daarentegen zijn deze aminozuren in een totaal andere verhouding aanwezig. Het aminozuurprofiel komt dus niet overeen met dat van de dierlijke eiwitten. Een varken zal bijgevolg uit sojabonen veel meer spiereiwit kunnen vormen dan uit een gelijke hoeveelheid tarwe. Een kanttekening hierbij is dat aminozuren naast het opbouwen van spiereiwit nog tal van andere functies hebben.



Figuur 5 Aminozuurprofielen van een aantal voedereiwitbronnen vergeleken met deze van lichaamseiwitten bij het varken

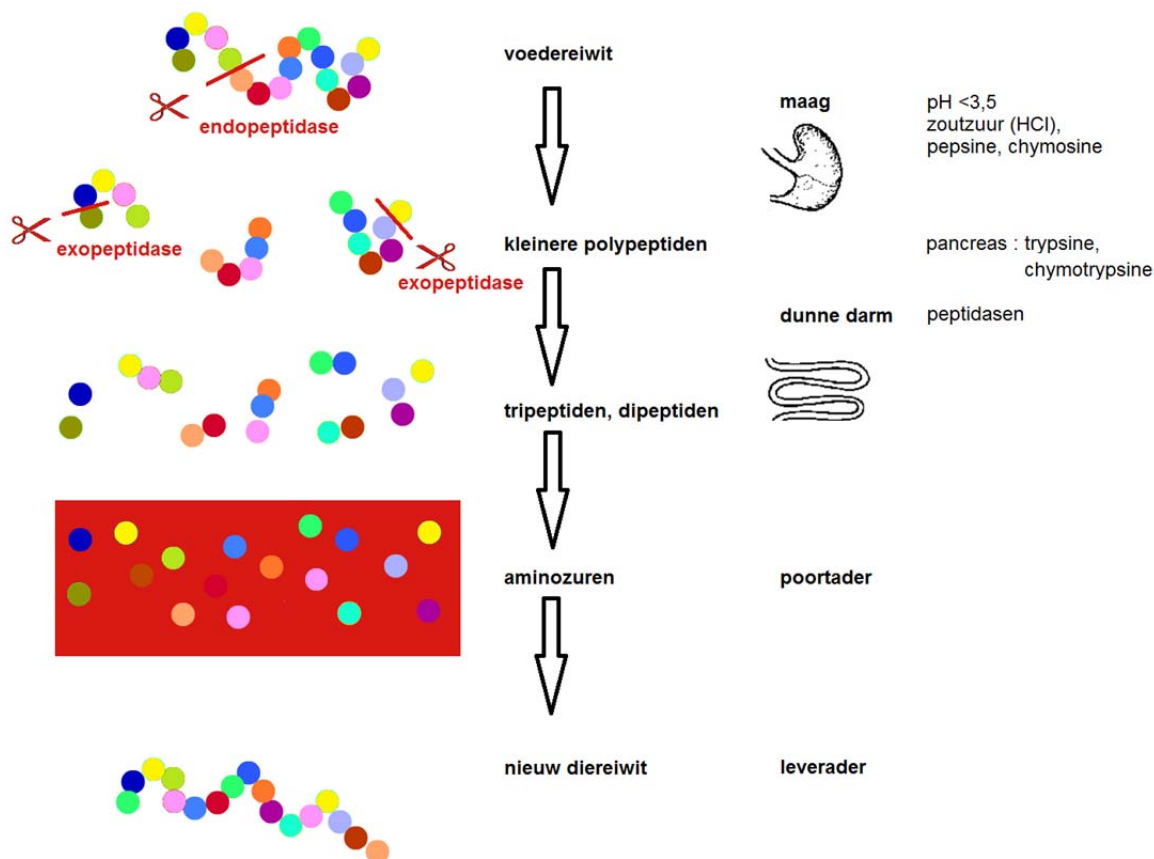
2.1.1 Limiterend aminozuur

Een belangrijk begrip in varkensvoeding is het 'limiterend aminozuur'. Het eerste aminozuur dat in onvoldoende mate voorkomt om een eiwit te synthetiseren, is limiterend. In Figuur 6 is voor drie aminozuren weergegeven in welke mate een voeder aan de behoefte voldoet (bruine balkjes). De eiwitsynthese met deze aminozuren zal doorgaan tot alle lysine is opgebruikt, lysine is in dit voorbeeld het eerste limiterend aminozuur. De overige aminozuren worden dan niet benut, in Figuur 6 is dit alles boven de groene lijn. Om dit voeder efficiënter te maken kan er synthetisch lysine worden toegevoegd (lichtgele balk), de eiwitsynthese gaat dan door tot alle tryptofaan is opgebruikt, in dit geval is tryptofaan dus het tweede limiterend aminozuur, alles boven de bruine lijn wordt nu niet benut. Het is duidelijk dat door lysine toe te voegen, zowel

Amino Acid	% t.o.v. behoefte
lysine	~110%
tryptofaan	~85%
valine	~95%

The diagram illustrates the process of translation. On the left, a ribosome is shown with a tRNA carrying Trp, Lys, Thr, and Val. On the right, the tRNA is shown with L-Lys, indicating the addition of a new amino acid to the growing polypeptide chain.

////////////////////////////////////



Figuur 8 Schema van de eiwitvertering

Volgende fracties worden distaal verteerd: voederstikstof, ureum, muco-proteïden (slijmstoffen), verteringssappen, mucosa-cellen (slijmvliezen) en bacteriën. Deze worden samen met fermenteerbare koolhydraten distaal door bacteriën afgebroken (gefermenteerd) en omgezet in ammoniak, vluchtige vetzuren en bacterieel eiwit.

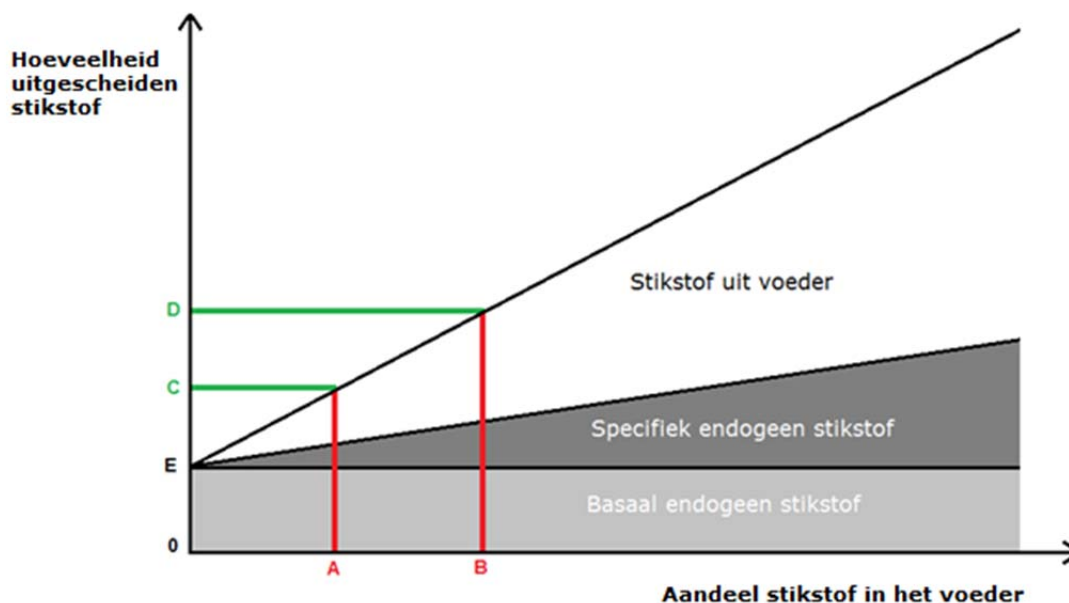
Een deel van de stikstof wordt via het bloed in de nieren verwijderd en komt in de vorm van ureum in de urine terecht. Door contact met de lucht wordt ureum omgezet naar ammoniak. Hoe minder ureum er wordt uitgescheiden hoe beter dit milieukundig is. Ook microbieel eiwit komt uiteindelijk via de mest in het milieu terecht, maar dit is minder schadelijk dan ammoniak.

2.1.3 Verteerbaarheid

Verteerbaarheid is in de voedingsleer een belangrijk begrip. Hiervoor zijn verschillende maatstaven mogelijk. Deze zijn gebaseerd op de fecale of op de (dunne) darmverteerbaarheid van eiwit. De fecale verteerbaarheid is de hoeveelheid opgenomen eiwit verminderd met de hoeveelheid eiwit die teruggevonden wordt in de mest. De fecale verteerbaarheid van het eiwit is echter geen optimale maat voor de ware vertering, omdat het in de mest gevonden eiwit niet uitsluitend afkomstig is van het voeder, maar ook microbiëel of endogeen (bijvoorbeeld slijmstoffen, enzymen,...) van oorsprong kan zijn. Bovendien is er na de dunne darm nauwelijks of geen absorptie meer van aminozuren. Een veel betere maat is de vertering van eiwit tot en met

de plaats van opname. Dit is dus meestal de dunne darm (ileum). Het ileaal verteerbaar ruw eiwit geldt dan ook als de gouden standaard. Het is dus een maat voor het aandeel van het voedereiwit dat ter hoogte van de dunne darm al benut is. De ileale verteerbaarheid is echter nog steeds schijnbaar: de voederbrij bevat op het einde van de dunne darm buiten onverteerde aminozuren uit het voeder ook aminozuren van endogene oorsprong. Deze endogene aminozuren kan men opsplitsen in specifieke (voederafhankelijke) en basale (voederonafhankelijke) endogene aminozuren. De eerste zijn in functie van de aard van het voeder en nemen toe met toenemend eiwitgehalte van het voeder, de tweede zijn alleen afhankelijk van de hoeveelheid drogestofopname.

Dit wordt geïllustreerd door middel van Figuur 9. De hoeveelheid uitgescheiden fecale stikstof is daarbij uitgezet in functie van de hoeveelheid stikstof in het voeder. Een hoger aandeel aan stikstof in het voeder verhoogt ook de hoeveelheid uitgescheiden stikstof, maar aangezien er ook endogene stikstof wordt uitgescheiden zonder dat er enig eiwit in het voeder zit, is de verhoging niet proportioneel. Een verdubbeling van het aandeel stikstof in het voeder (van A naar B) doet dus de hoeveelheid uitgescheiden stikstof toenemen (van C naar D), maar dat is geen verdubbeling. Dat is wel het geval als de basale endogene stikstof niet in rekening wordt gebracht: de afstand van E naar D is dan wel het dubbele van de afstand van E naar C.



Figuur 9 Uitgescheiden stikstof in functie van het stikstofaandeel in het voeder

$$SID = \frac{iname\ AZ - (ileale\ AZ - ileale\ basale\ AZ)}{iname\ AZ}$$

In Figuur 10 is de verhouding tussen de verschillende illeale verteerbaarheidsmaatstaven weergegeven. De schijnbare verteerbaarheid is dus altijd een onderschatting van de ware verteerbaarheid. Hoe hoger het eiwitgehalte in het voeder, hoe dichter de verschillende maten elkaar benaderen.



Op basis van de aminozuurbehoefes van de verschillende diercategorieën zou men een 'ideaal eiwit' kunnen formuleren. Afhankelijk van het type dier en de levensfase verandert de ideale verhouding. Tabel 2 geeft een overzicht van de aminozuurverhoudingen voor vleesvarkens, drachtige en lacterende zeugen. Er wordt steeds uitgegaan van een hoeveelheid lysine, de overige aminozuren worden in verhouding tot lysine weergegeven. Zo moet er aan

vleesvarkensvoeder per eenheid lysine, 0,70 eenheden valine worden toegevoegd; voor drachtige zeugen en lacterende zeugen is dit respectievelijk 0,74 en 0,76 eenheden valine.

Tabel 2 Aanbevolen verhouding van essentiële aminozuren in relatie tot lysine (= 1,00), in gestandaardiseerde ileale verteerbaarheid (SID) (Bron: Mc Donald *et al.*, Animal Nutrition 7th edition)

	Vleesvarkens (45-110 kg)	Drachtige zeugen	Lacterende zeugen
Lysine	1,00	1,00	1,00
Methionine	0,30	0,37	0,30
Methionine + cystine	0,59	0,65	0,55
Threonine	0,65	0,71	0,66
Tryptofaan	0,19	0,20	0,18
Isoleucine	0,58	0,70	0,60
Leucine	1,00	1,00	1,12
Histidine	0,34	0,33	0,40
Phenylalanine	0,57	0,55	0,56
Phenylalanine + tyrosine	1,00	1,00	1,14
Valine	0,70	0,74	0,76

De minimale behoefte aan niet-essentiële aminozuren is ongeveer 2,5 keer het niveau (g/kg voeder) van de som van de 11 vermelde essentiële aminozuren.

2.2 KOOLHYDRATEN

Koolhydraten zijn naast vetten (en aminozuren) belangrijke energiebronnen. Eenvoudige suikers en zetmelen zijn eerder goed verteerbare koolhydraten. Daarnaast maken ook moeilijker verteerbare componenten zoals vezels deel uit van de koolhydraten. De relevante fracties op basis van de Weende-analyse zijn ruwe celstof (RC) en overige koolhydraten (OK). De term vezels is moeilijk te definiëren maar kan in dit kader slaan op het aandeel koolhydraten dat niet enzymatisch door een varken te verteren is (met uitzondering van het bestendig zetmeel). Varkens hebben op zich geen nood aan vezels, maar deze hebben wel een positief effect op de darmtransit, de gezondheid en de productie.

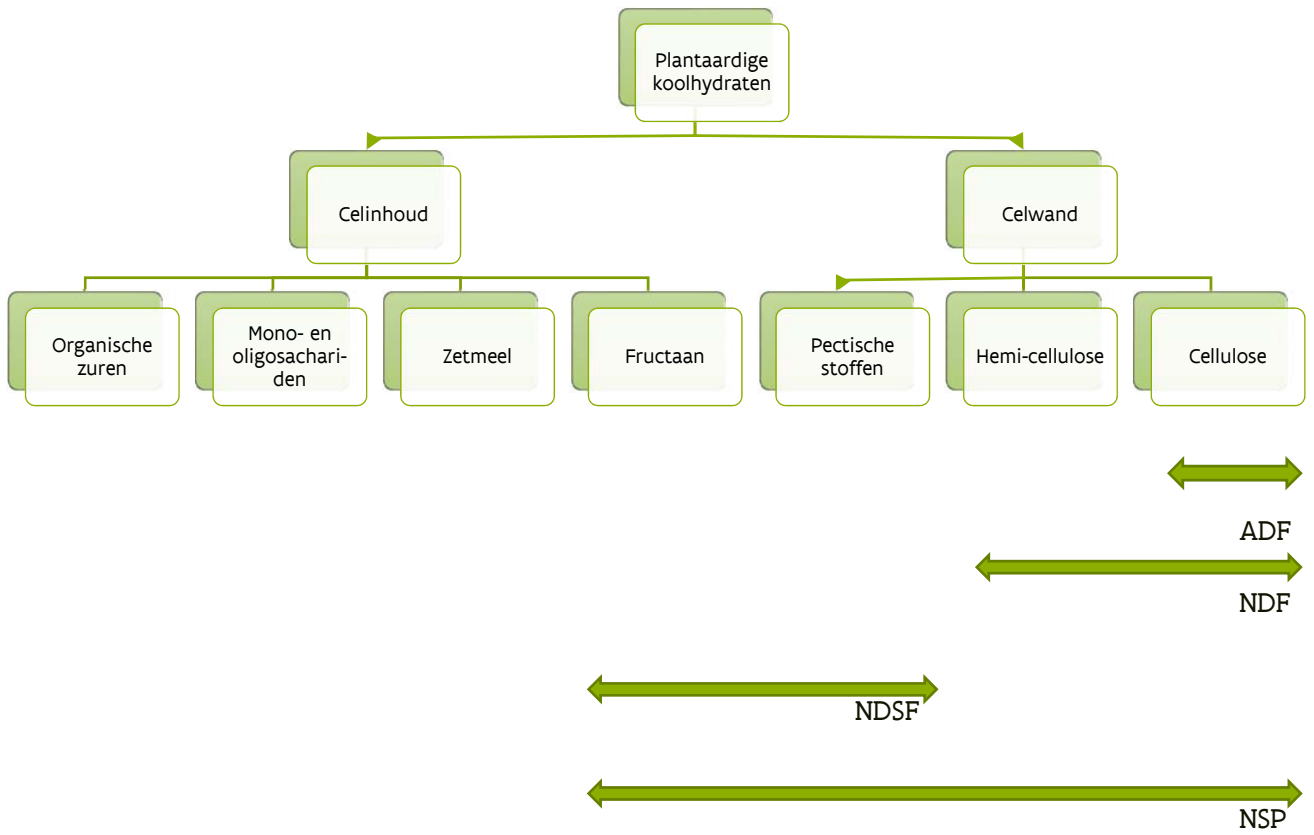
Koolhydraten zijn vrij schaars in dierlijke organismen/producten: lactose (melksuiker) in melk, glucose in bloed, glycogeen in spieren en aan vetten of eiwitten gebonden suikers (glycolipiden en glycoproteïnen). Plantaardige organismen/producten zijn daarentegen zeer rijk aan koolhydraten.

Koolhydraten bestaan uit verbindingen van koolstof-, waterstof- en zuurstofatomen, waarbij waterstof en zuurstof in een 2-op-1-verhouding voorkomen. Een ruwe indeling van de overige koolhydraten (koolhydraten min ruwe celstof) is de volgende:

- 'Suikers'
 - o Monosachariden (met 3 tot 6 koolstofatomen, zoals glucose)
 - o Oligosachariden waaronder disachariden (alle suikers behalve de monosachariden)

- Polysachariden

- o Vezelachtige (zoals cellulose, hemicellulose, pectine) polysachariden
- o Enzymatisch verteerbare polysachariden zoals zetmeel



Figuur 11 Indeling van de koolhydraten

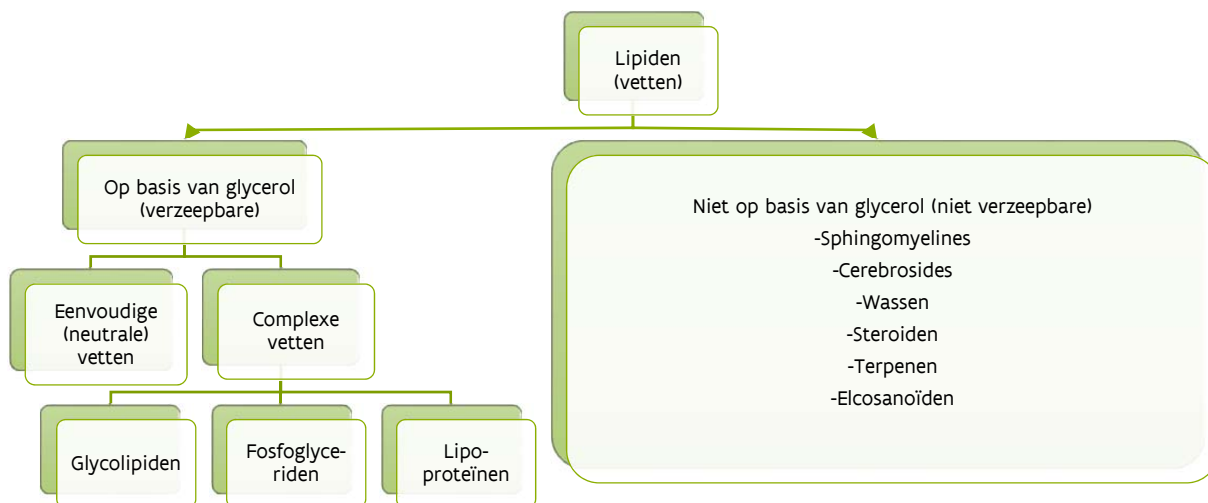
Op basis van het detergent systeem kan onderscheid worden gemaakt tussen ADF (acid detergent fibre of de fractie die niet oplost in een zure detergent) en NDF (neutral detergent fibre of de fractie die niet oplost in een neutrale detergent). NDF omvat celwandmateriaal zoals cellulose, hemicellulose en lignine, die voor een varken onverteerbaar zijn. NDSF (neutral detergent soluble fibre) is een gemakkelijk verteerbare fractie. NSP (non-starch polysaccharides) zijn de polysacchariden minus zetmeel.

Het type vezel heeft een effect op de fermentatie in de dikke darm. Zo wordt pectine (bijvoorbeeld uit bietenpulp) snel gefermenteerd en cellulose (bijvoorbeeld uit stro) bijna niet. Cellulose levert dus weinig energie, maar is wel gunstig voor de darmbeweging.

In het kader van fermentatie is het belangrijk om ook te verwijzen naar zogenaamde prebiotica: dit zijn niet-verteerbare voedingsingrediënten, die toch een gunstige invloed hebben op de gastheer (in dit geval het varken) doordat ze bacteriën die gunstig zijn voor de fermentatie gaan stimuleren. Fructo-oligosacharide (FOS), bijvoorbeeld uit witloofwortelen, is een prebioticum. Suikers kunnen ook een invloed hebben op (het risico op) bacteriële besmettingen, al dan niet door een kiemdodende werking.

2.3 VETTEN

Vetten zijn net als koolhydraten energieleveranciers. De vetfractie is per definitie niet oplosbaar in water, wel in organische solventen. Vetten zijn minder zuurstofrijk dan koolhydraten en hebben een functie op het vlak van energievoorraad, thermische isolatie, schokabsorptie (bijvoorbeeld rond de nieren), drager van essentiële nutriënten zoals vitaminen, membraanopbouw en hormoonprecursoren (stoffen die als voorloper dienen van bepaalde hormonen zoals prostaglandines). Bij een tekort aan energie worden vetten in de vetcellen van het vetweefsel afgebroken en bij een teveel aan energie worden vetten opgebouwd. (Neutrale) vetten (triglyceriden) worden gevormd uit glycerol en vrije vetzuren (verzadigde, enkelvoudig en meervoudig onverzadigde).



Figuur 12 Indeling van de vetten

Neutrale vetten kunnen zowel van plantaardige als van dierlijke oorsprong zijn. Plantaardige bronnen vertonen veel variatie qua samenstelling: palmpit en kokos bevatten veel laurinezuur; olijf is rijk aan oliezuur; soja, zonnebloem en saffloer zijn vooral bronnen van linolzuur; lijnzaad van linoleenzuur. Ruwvoerders bevatten relatief weinig vet, het weinige vet bestaat voornamelijk uit (een triglyceride gevormd uit) linoleenzuur. Dierlijke vetten zijn bijvoorbeeld melkvet, karkasvet van landdieren (vaak mengvetten) en karkasvet van zeedieren (meestal visolie). Deze vetten verschillen op het vlak van de lengte van de vetzuurketens en de verzadiging. Zo is het karkasvet van herbkauwers harder (meer verzadigde vetten) dan dat van pluimvee. Visolie bevat vooral onverzadigde vetzuren, die gemakkelijk ranzig worden. Melkvet van herbkauwers bevat minder onverzadigde vetzuren en kortere ketens dan melkvet van niet-herbkauwers.

Fosfolipiden bestaan uit fosfoglyceriden en sphingomyelines. Fosfolipiden hebben een structurele functie in membranen of een fysiologische functie op het vlak van vettransport. Fosfolipiden zijn beter opneembaar in water dan de neutrale vetten en hebben daardoor een rol als emulgator (om bijvoorbeeld wateroplosbare enzymen tot bij de vetten te brengen). Lecithine is bijvoorbeeld een fosfolipide dat een waterminnende en een vetminnende kant heeft en dus een functie als emulgator heeft.

Net zoals er essentiële aminozuren zijn, bestaan er ook essentiële vetzuren, dat wil zeggen noodzakelijke vetzuren die het lichaam niet zelf kan aanmaken (uit andere vetzuren), maar via het voeder moet opnemen (Tabel 1, rechtse kolom). Cholesterol is bijvoorbeeld een precursor van steroidenhormonen en sommige meervoudig onverzadigde vetzuren (linolzuur, linoleenzuur, arachidonzuur) zijn precursoren die een rol spelen bij immuunsignalen. De essentiële meervoudig onverzadigde vetzuren (polyunsaturated fatty acids of PUFA's) zijn in twee groepen te verdelen: linolzuur is het basisvetzuur van de omega-6 (n-6) vetzuren en alfa-linoleenzuur is dat van de omega-3 (n-3) vetzuren. Deze laatste zouden eerder een ontstekingsremmende werking hebben, terwijl omega-6 vetzuren eerder ontstekingsondersteunend werken. Visolie is rijk aan omega-3 vetzuren en zou koortsigheid (bijvoorbeeld bij zeugen na het werpen) kunnen verminderen, de voederopname kort na het werpen stimuleren, maar ook de oxidatieve stress verhogen

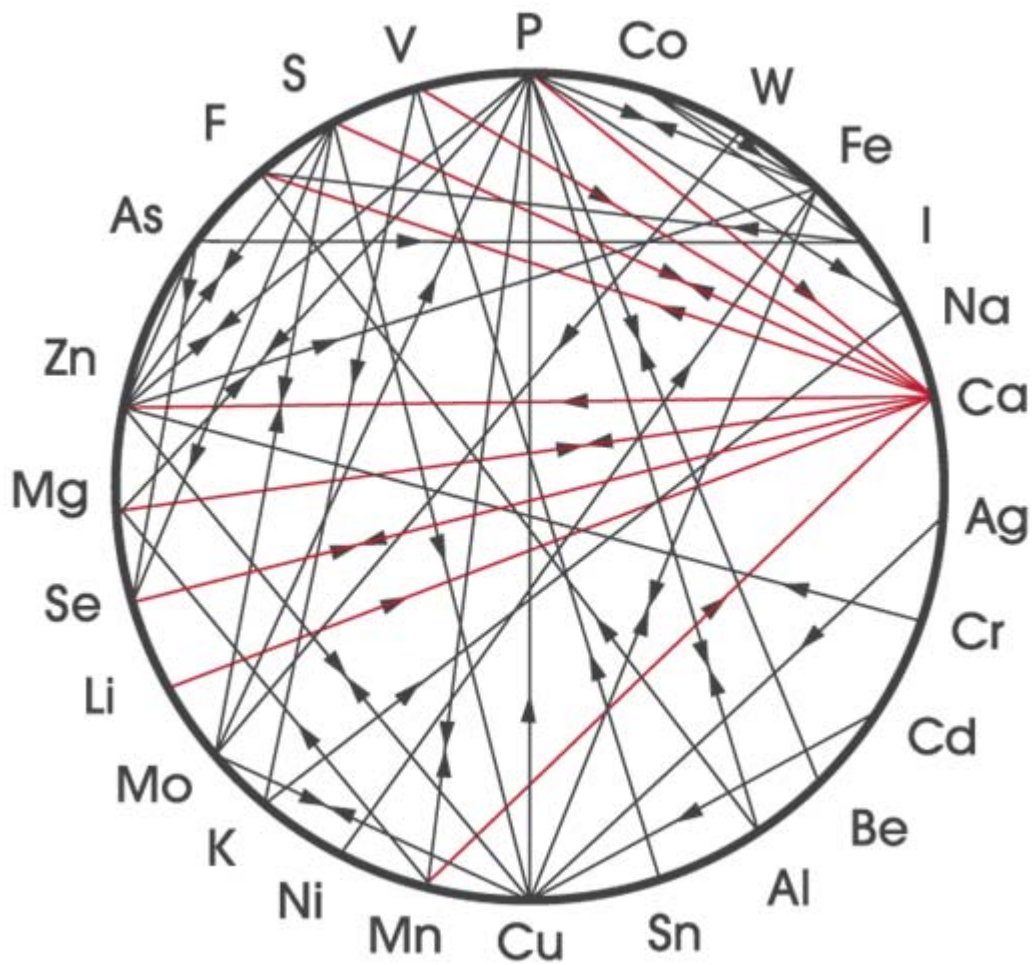
2.4 MINERALEN EN SPORENELEMENTEN

Tabel 3 Functies en gebreksverschijnselen van mineralen en sporenelementen bij varkens (Bron: Handboek varkenshouderij)

////////////////////////////////////

Mangaan (Mn)	Enzymsystemen Voortplanting Stofwisselingsenzymen	Beengebreken Verhoogde vetaanzet Zwakke biggen bij geboorte Verminderde melkproductie Onregelmatige oestrus
Koper (Cu)	Enzymsystemen Bloedhemoglobine Oxidatieprocessen	Verminderde voederopname en groei Beengebreken Bloedarmoede
Jodium (I)	Schildklierhormoon Voortplanting	Vergrote schildklier Niet levensvatbare en zwakke biggen Verlengd werpproces
Selenium (Se)	Groei, weerstand en vruchtbaarheid Anti-oxidatieve werking in samenwerking met vitamine E Energistofwisseling	Verminderde melkproductie Kleine tomen met zwakke biggen Verlengd werpproces Moerbeihartziekte Lagere spermaproductie en kwaliteit Maagzweren Spierdegeneratie
Kobalt (Co)	Element van Vitamine B12 Eiwit- en vetstofwisseling	Onvoldoende Vitamine B12 Verminderde voederopname en groei Ruwe huid

Een kanttekening hierbij is dat mineralen niet onafhankelijk van elkaar werken, er is een belangrijke onderlinge interactie. Dit wordt geïllustreerd aan de hand van een mineraleninteractiediagram zoals in Figuur 13 te zien is. De lijnen indiceren dat een verandering op het vlak van een mineraal de opname, werking en uitstoot van een ander mineraal kan beïnvloeden.



Figuur 13 Mineraleninteractiediagram (Bron: Enslinger *et al.*, 1983)

2.5 VITAMINEN

Bij de vitaminen wordt onderscheid gemaakt tussen de vetoplosbare (A, D, E en K) en de wateroplosbare (B en C). De vetoplosbare kunnen in het lichaam worden opgeslagen (bijvoorbeeld in de lever). De wateroplosbare kunnen niet worden opgeslagen en moeten dus zeer regelmatig via het voeder worden opgenomen.

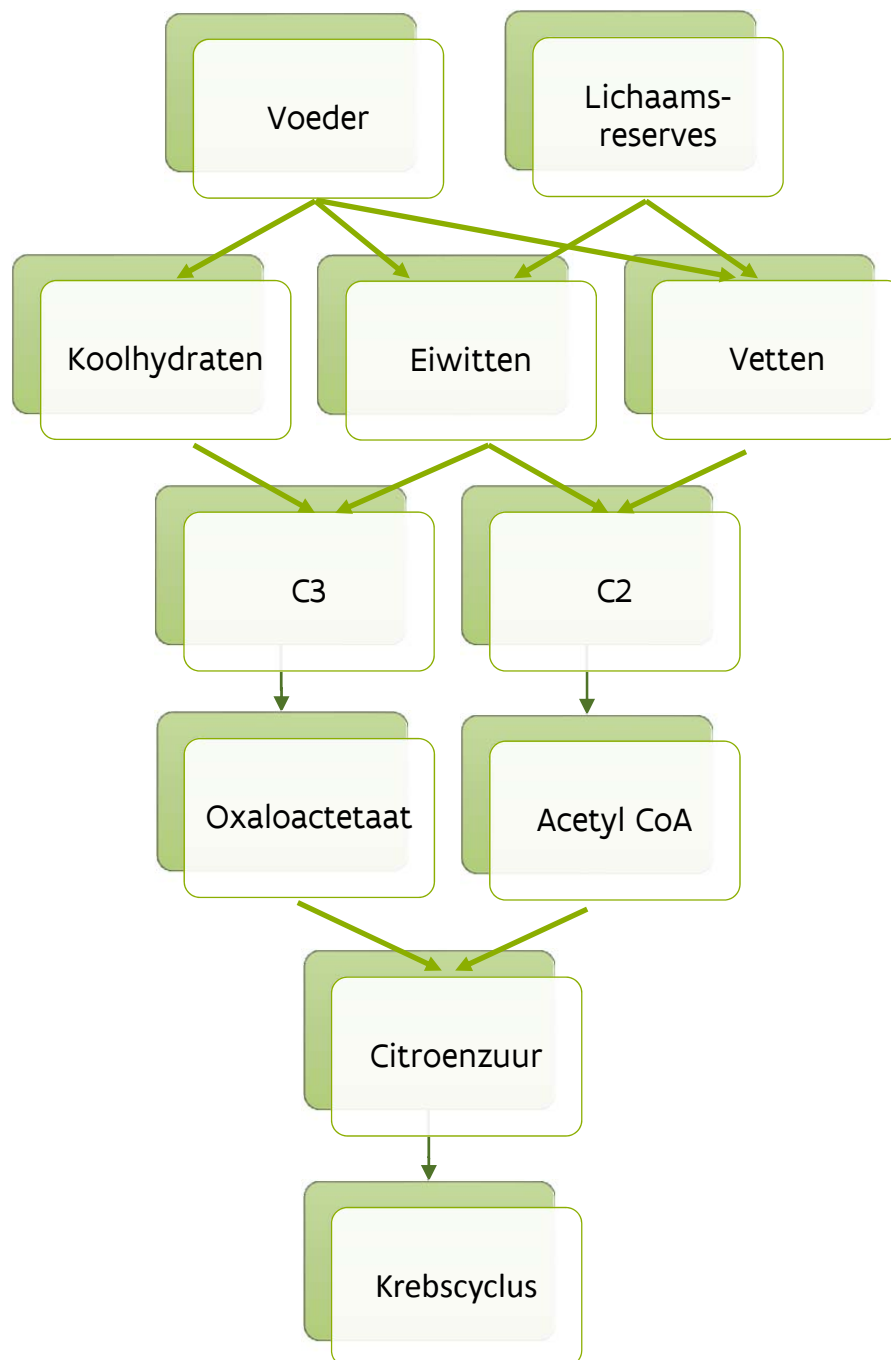
Vitamine	Naam	Belangrijkste functies	Gebreksverschijnselen
Vetoplosbare			
A	Retinol (carotenoïden als provitamine)	Gezichtsvermogen Opbouw en onderhoud van huid en slijmvliezen Reproductie Botopbouw Vorming van weerstand	Ongecoördineerde spierbewegingen, krampen Verminderde vruchtbaarheid (kleine tomen met zwakke biggen, slecht berig en drachtig worden) Verminderd gezichtsvermogen Droog en dof haarkleed Verminderde weerstand
D	Ergocalciferol & cholecalciferol	Opname van calcium en fosfor Botopbouw Calcium- en fosforhuishouding	Verstoorde botvorming (rachitis, kreupelheid, beenderverweking) Verminderde groei
E	Tocoferol & tocotriënol	Anti-oxidant (bescherming tegen oxidatie in het voeder en schade door vrije radicalen in het lichaam) Energiestofwisseling Vorming van weerstand Functioneren van geslachtsorganen	Vruchtbaarheidsstoornissen (embryonale sterfte, minder vitale biggen) Degeneratie van hart- en skeletspieren Moerbeihartziekte Verminderde weerstand Gele verkleuring van het spek Verminderde spermakwaliteit Verminderde melkproductie (MMA) Maagzweren Kleine tomen Verlengd werpproces
K	Phylloquinone & menaquinone & menadiol	Bloedstolling	Inwendige en onderhuidse bloedingen Navelbloedingen bij biggen Bleke pasgeboren biggen
Wateroplosbare			
B1	Thiamine	Energiestofwisseling Functioneren van hart en zenuwstelsel	Geen eetlust, gewichtsverlies Slechte hartfunctie Te vroeg geboren en zwakke biggen Lage lichaamstemperatuur Braken, diarree Aantasting van zenuwen

pagina 24 van 117

2.6 ENERGIE

Energie is geen nutriënt in de ware zin van het woord. De nutriënten koolhydraten, vetten en in mindere mate eiwitten zijn zoals eerder vermeld belangrijke energiebronnen. Vetten en eiwitten kunnen zowel afkomstig zijn uit het voeder als uit de eigen lichaamsreserves. Koolhydraten zijn uitsluitend afkomstig van het voeder. De afbraak van deze nutriënten levert eenvoudige koolstofverbindingen op zoals bijvoorbeeld glucose (C6) dat in de lichaamscellen op zijn beurt wordt afgebroken (via C2 en C3) tijdens de zogenaamde Krebs- of citroenzuurcyclus waarbij de energierijke molecule ATP (adenosinetrifosfaat) wordt gevormd. Het is ATP dat in de vorm van vrijgekomen elektronen de energie levert om eiwitten (bijvoorbeeld enzymen) te veranderen en zo lichaamsprocessen te voltrekken.

////////////////////////////////////



Figuur 14 Energieproductie in de cellen op basis van lichaamsreserves en voederopname

Energie wordt uitgedrukt in joule (J) of kilojoule (kJ; 1 kJ = 1000 joule). Vroeger werd energie uitgedrukt in calorieën (cal) of kilocalorieën (kcal; 1 kcal = 1000 cal). Eén calorie is per definitie de hoeveelheid energie of warmte die nodig is om 1 gram water 1 graad Celsius in temperatuur te laten stijgen. De omzetting van joule in calorieën gebeurt als volgt: 1 cal = 4,184 joule.

2.6.1 Energie op celniveau

Ter illustratie is in Tabel 5 het energetisch rendement van de afbraak van verschillende energiebronnen weergegeven.

De waarde in de eerste kolom is de verbrandingswarmte uitgedrukt in kJ per mol (mol is een eenheid voor een hoeveelheid stof). Het overbrengen van chemische energie gebeurt zoals eerder vermeld hoofdzakelijk via ATP. In de tweede kolom is dus weergegeven hoeveel ATP de verschillende energiebronnen opleveren. De verhouding tussen de eerste en de tweede waarde bepaalt het rendement van de energiebron: hoe minder verwarmingswarmte nodig is voor dezelfde hoeveelheid ATP, hoe efficiënter het nutriënt is. Hieruit blijkt duidelijk het hoge rendement van bijvoorbeeld glucose en glycerol in vergelijking met de in Tabel 5 opgenomen aminozuren.

Tabel 5 Energetisch rendement van enkele energiebronnen (Bron: presentatie Geert Janssen, lessenreeks voeding 2013)

	Verbrandings- warmte (kJ/mol)	Mol ATP per mol nutriënt	Aantal kJ nodig per mol ATP	Relatieve energetische efficiëntie (glucose = 100)
Glucose	2820	38	75	100
Glycerol	1665	22	75	100
Stearinezuur	11390	146	78	96
Palmitinezuur	10025	129	78	96
Boterzuur	2192	27	81	93
Azijnzuur	876	10	88	85
Propionzuur	1537	18	85	88
Aminozuren		(±25)	85-90	88-83
Tyrosine		40	99	
Glutaminezuur		23		
Alanine		15		
Lysine		29	92,4	

2.6.2 Energie op dierniveau

Bruto- en netto-energie

Bij de verwerking van energie door het dier wordt onderscheid gemaakt tussen

- ▶ Bruto-energie
- ▶ Verteerbare energie

- ▶ Metaboliseerbare energie
- ▶ Netto-energie

Bruto-energie (BE) is de maximale energie die uit een voedermiddel of grondstof door verbranding kan worden verkregen. De bruto-energie wordt bepaald door het voeder of de grondstof volledig te verbranden in een bomcalorimeter en de hoeveelheid energie (warmte) te meten die daarbij vrijkomt. Ter illustratie is in Tabel 6 de bruto-energie van enkele voedercomponenten, -middelen, fermentatieproducten en dierlijke weefsels weergegeven.

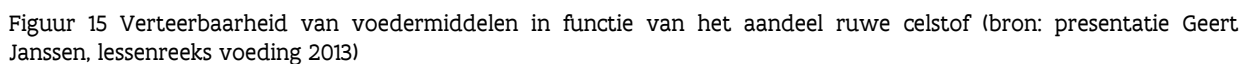
Merk op: de verbrandingswarmte is hier uitgedrukt in MJ/kg. Om de waarden uit Tabel 5 om te rekenen naar de waarden in Tabel 6 moet men delen door 1000 (om in de teller van kJ naar MJ te gaan) en door de molaire massa van de stof (indien uitgedrukt in g/mol moet het resultaat nog vermenigvuldigd worden met 1000 om van g naar kg te gaan).

Voor glucose wordt dit bijvoorbeeld:
molaire massa van glucose = 180 g/mol
2820 kJ/mol = 2820/180 MJ/kg = 15,6 MJ/kg

Tabel 6 Verbrandingswarmte (bruto energie) van enkele voedercomponenten en -middelen, weefsels en fermentatieproducten (Bron: presentatie Geert Janssen, lessenreeks voeding 2013)

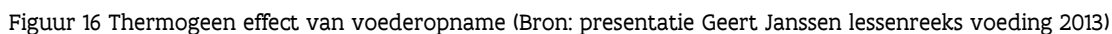
	Bruto energie (MJ/kg)
Voedercomponenten	
Glucose	15,6
Zetmeel	17,7
Cellulose	17,5
Caseïne	24,5
Botervet	38,5
Olie	39,0
Dierlijke weefsels	
Spierweefsel	23,6
Vetweefsel	39,3
Fermentatieproducten	
Azijnzuur	14,6
Propionzuur	20,8
Boterzuur	24,9
Melkzuur	15,2
Methaan	55,0
Voedermiddelen	
Maïsgraan	18,5
Havergraan	19,6
Haverstro	18,5
Lijnzaadstro	21,4
Grashooi	18,9
Melk	24,9

Figuur 15 geeft het verband weer tussen de energieverteerbaarheid van een voedermiddel en het aandeel ruwe celstof (vezel) in de drogestof ervan. Het is duidelijk dat hoe meer vezel een voedermiddel bevat, hoe slechter de verteerbaarheid is. Verder is er een onderscheid te zien tussen oplosbare vezels (zoals deze in bietenpulp) en onoplosbare vezels (zoals deze in zemelen). De afnemende curve voor bietenpulp is een stuk minder steil dan deze voor zemelen, dat wil zeggen dat bij eenzelfde percentage vezel, de energie uit bietenpulp heel wat beter verteerbaar is dan deze uit zemelen. Door het hoge gevoel van verzadiging na opname van pulp, zijn de varkens minder actief. Het lagere energiegebruik als gevolg hiervan wordt ook in rekening gebracht.

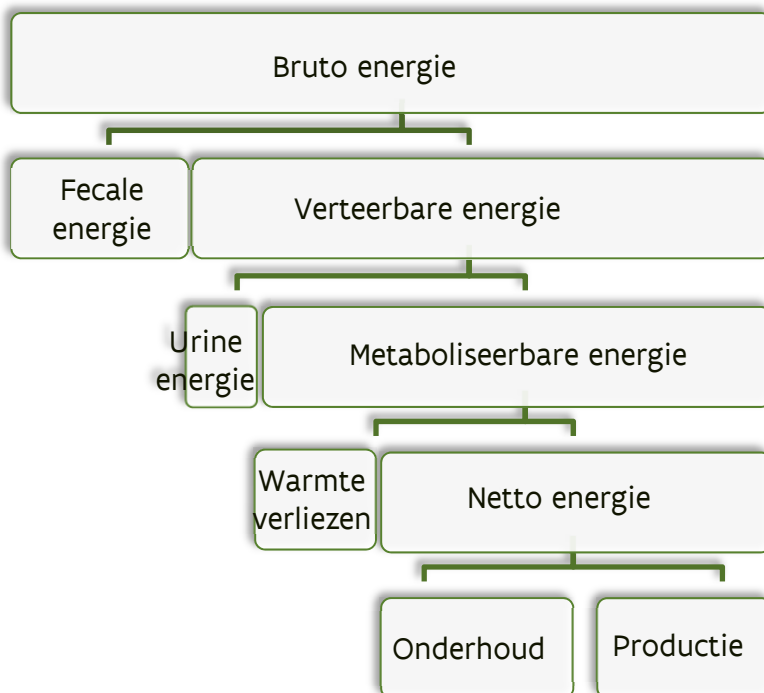


Metaboliseerbare energie (ME) is een maat voor het aandeel van de energie die bruikbaar is voor het onderhoud en productie van het dier. ME is gelijk aan VE min energie urine min energie methaan (herkauwers) (Figuur 17). ME is echter afhankelijk van het N-retentievermogen en dus van het eiwitgehalte van het voeder. De gecorrigeerde ME of MEN is dan BE min energie feces min

De warmteverliezen nemen na de voederopname aanvankelijk toe om daarna weer te dalen, wat geïllustreerd wordt in volgende grafiek (Figuur 16). Onmiddellijk na de opname stijgt de warmteproductie als gevolg van de kauw- en verteringsarbeid. Daarna blijft de warmteproductie nog een tijd stijgen om daarna terug af te nemen, dit verloop wordt het thermogeen effect genoemd.



Bovenstaande relaties leveren uiteindelijk volgend schema op.



Figuur 17 Schema van de voederenergie

Voederwaardering op basis van netto-energie is het meest accuraat, netto-energie is namelijk de beste schatting van het aandeel bruikbare energie dat een rantsoen/voedermiddel aanlevert.

Energiewaarde

De energiewaarde (EW) van een voedermiddel is een kengetal voor de netto-energie-inhoud ervan. Eén EW staat gelijk aan 8,8 MJ. De prijs van varkensvoeder wordt in grote mate bepaald door de EW/kg DS. Voederconversie kan bijvoorbeeld ook worden uitgedrukt als EW-conversie (voederconversie gecorrigeerd voor energiewaarde).

Om de EW-waarde van een voedermiddel te bepalen wordt uitgegaan van de Weende-componenten. Met behulp van formules wordt daaruit de Netto-energie (NE) berekend. De EW-waarde is dan NE in MJ gedeeld door 8,8 MJ. Voor gerst met een NE van 9,21 MJ is de EW-waarde dus afgerond 1,05. Granen die energierijker zijn dan gerst hebben dus een EW-waarde die hoger is dan 1,05 (maïs heeft bijvoorbeeld een EW van 1,20).

2.6.3 Energiebehoefte van dieren

In het kader van een andere benadering van de energiebehoefte van een varken wordt onderscheid gemaakt tussen de verschillende functies/processen waarvoor de energie moet dienen. Dieren hebben bijvoorbeeld energie nodig voor onderhoud, arbeid/activiteit, dracht, groei en productie.

Onderhoud

Het basaal metabolisme is de grond- of ruststofwisseling. Het is de stofwisseling die vereist is om genoeg energie aan te leveren voor de ademhaling, spijsvertering, enz. Er wordt uitgegaan van een toestand van rust (dat wil zeggen geen activiteit en ook geen stress), nuchtere toestand en binnen de thermische comfortzone van de dieren. Het basaal metabolisme kan geschat worden op basis van het metabool gewicht, dit is het lichaamsgewicht tot de macht 0,75 ($G^{0.75}$). De eigenlijke onderhoudsbehoefte (bij een bepaalde mate van activiteit) is hoger dan het basaal metabolisme (in rust). De onderhoudsbehoefte varieert in functie van de fysiologische toestand van de dieren (leeftijd, al dan niet drachtig, al dan niet lacterend, gezond versus ziek, ...). Grote dieren hebben een kleinere verhouding oppervlakte/volume dan kleinere dieren, waardoor kleine dieren gemakkelijker warmte (en dus energie) verliezen. Dit heeft als consequentie dat kleine dieren per gewichtseenheid een hogere onderhoudsbehoefte hebben dan grotere dieren.

Dracht

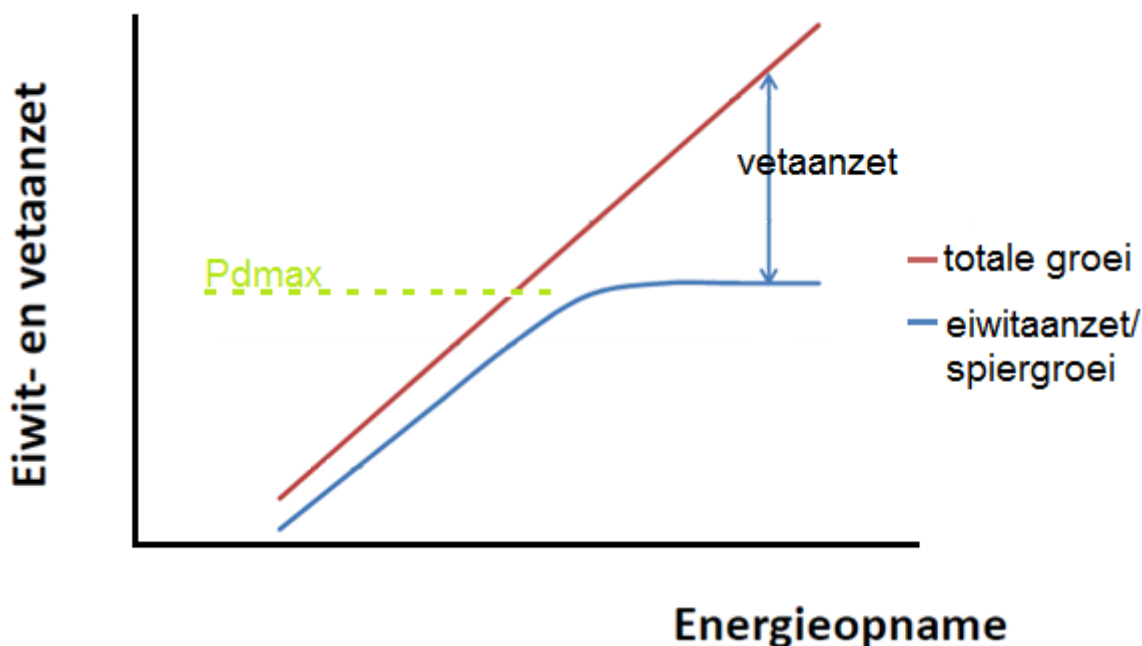
Drachtige zeugen hebben naast de onderhoudsbehoefte ook energie nodig voor de groei van maternale weefsels (baarmoeder en uier) en van de vruchtjes.

Lactatie

Gedurende de lactatie heeft een zeug extra energie nodig om voldoende melk te produceren voor haar biggen. De hoeveelheid melk die wordt geproduceerd is afhankelijk van de pariteit (worpsnummer), de lactatieweek, de worpgrootte en het type zeug.

Groei

Een belangrijk begrip bij vleesvarkens is de P_{dmax} of de maximale eiwitaanzetcapaciteit (Figuur 18). In een groeiend dier wordt de opgenomen energie hoofdzakelijk aangewend voor eiwit- en vetaanzet (wat min of meer overeenkomt met spier- en vetweefselgroei). P_d staat in deze context voor proteïne depositie (eiwitaanzet). Als zowel de eiwitaanzet (spiergroei) als de totale groei worden uitgezet in functie van de dagelijkse energieopname, dan vertonen de curven aanvankelijk (bij lage energieopname, dus bij lagere gewichten/leeftijden) een gelijkaardig verloop. Op een bepaald punt bereikt de curve van de eiwitaanzet een maximum (de P_{dmax}) terwijl de totale groei nog steeds toeneemt. Het verschil is dus vetaanzet. Het is dus interessant om de energieopname zo te beperken dat de P_{dmax} net bereikt wordt. Alle surplus aan energie leidt namelijk tot vervetting. De P_{dmax} is dier-, geslachts- en rasgebonden.



Figuur 18 De maximale eiwitaanzetcapaciteit (Pdmax)

Bij zeugen hangt de energiebehoefte voor groei af van de pariteit van de zeug. Tot de vijfde worp zet een zeug nog spierweefsel aan en moet energie voor de groei in rekening worden gebracht.

Correcties

Bij een te lage omgevingstemperatuur (onder de onderste kritieke temperatuur) is extra energie nodig om de lichaamstemperatuur op peil te houden. Dit kan bijvoorbeeld worden opgevangen door in de winter extra energetisch te voederen. Vooral bij individueel gehuisveste dieren (bijvoorbeeld in de dekafdeling) is extra energie vereist. Afwijkende gedragingen zoals stereotypieën of overmatige opname van water gaan eveneens met extra energieverbruik gepaard. Bij zeugen kunnen een slechte conditie en/of de aanwezigheid van te kleine biggen ook een aanleiding zijn om extra energie te voederen.

3 DRINKWATER

De voeder- en drinkwateropname gaan hand in hand. Helaas verliest men teveel uit het oog dat water qua hoeveelheid grosso modo het dubbele tot het driedubbele van het voeder uitmaakt, waardoor voldoende water van een goede kwaliteit een niet te onderschatten invloed heeft op de gezondheid en prestaties van dieren. Het is daarom belangrijk om de drinkwaterkwaliteit ter hoogte van de waterbron en aan het einde van de leidingen (drinknippel) jaarlijks te laten controleren. De kwaliteit van water wordt beoordeeld op basis van drie criteria: organoleptisch (o.a. smaak, geur en kleur), chemisch en bacteriologisch.

Naast een goede kwaliteit, is het belangrijk dat de varkens voldoende drinkwater kunnen opnemen. Tabel 7 geeft u een idee van de waterbehoeftes bij de verschillende leeftijdsgroepen en het debiet ter hoogte van de drinknippels. Naast de leeftijd (gewicht), wordt de wateropname ook beïnvloed door andere factoren zoals de omgevingstemperatuur, de gezondheidsstatus en de voedersamenstelling.

Tabel 7 Waterbehoefte en debiet van de drinknippel (Bron: Brede, 2006)

	Waterbehoefte (l/dag)	Debiet drinknippel (l/min)
Biggen		
5 kg	0,7	0,5
10 kg	1,0	0,5 - 0,8
20 kg	2,0	0,7 - 1,0
Vleesvarkens		
20-50 kg	3 - 4	1,0 - 1,5
50-80 kg	5 - 8	
80-100 kg	8 - 10	
Zeugen		
Niet drachtig/begin dracht	8 - 12	1,5 - 2,2
Gevorderd drachtstadium	10 - 15	2,0 - 4,0
Lactatie	15 + 1,5 l/big	
Beren	10 - 15	1,5 - 2,2

4 GRONDSTOFFEN

Bij het formuleren van een rantsoen heeft elke grondstof zijn eigen beperkingen. Op nutritioneel vlak bestaat er voor elke grondstof een minimum en/of een maximum.

Een maximaal inmengingspercentage kan bijvoorbeeld opgelegd worden door:

- ▶ De aanwezigheid van antinutritionele factoren (ANF): dit zijn bepaalde stoffen in de grondstof die een negatieve invloed hebben op de waarde van het voeder. Bijvoorbeeld een verminderde eiwit- en/of koolhydraatverteerbaarheid, verminderde fosforbeschikbaarheid, bittere smaak en/of toxische effecten
- ▶ De manipuleerbaarheid en de structuur van het voeder, bijvoorbeeld de hardheid van de korrel wordt door sommige grondstoffen beïnvloed
- ▶ De mogelijkheid tot mechanisch verwerken, bijvoorbeeld vijzelen
- ▶ De (on-)smakelijkheid van de grondstof
- ▶ De kwaliteit van het vlees
- ▶ De mestconsistentie
- ▶ De kleur van het voeder
- ▶ De densiteit van de grondstoffen
- ▶ Een gebrek aan kennis met betrekking tot de eigenschappen van de grondstoffen, die noopt tot voorzichtigheid.

Soms zal er bij het formuleren een minimum voor een bepaalde grondstof moeten ingesteld worden omdat het voeder zou voldoen aan bepaalde voorwaarden voor bijvoorbeeld een label of om bepaalde al dan niet subjectieve goede eigenschappen te hebben.

Maximum- en minimumvoorwaarden worden gesteld bijvoorbeeld aan een voederkern.

Grondstoffen kunnen als volgt ingedeeld worden:

- ▶ Granen
- ▶ Peulvruchten
- ▶ Oliehoudende zaden en vruchten
- ▶ Producten van de oliebereiding
- ▶ Producten van de zetmeelbereiding.

4.1 GRANEN

De samenstelling van granen kan zeer sterk verschillen naargelang de soort. Tabel 8 geeft een overzicht van de spreiding van de voornaamste nutriënten in granen.

Samenstelling	Min. (%)	Max. (%)
Ruw eiwit	7	12
Ruw vet	1,5	5
Ruwe celstof	2	10
Overige koolhydraten	60	70
Ruwe as	1,5	4
Water	12	14

Bij de inmenging van granen in een voeder, moet rekening worden gehouden met een mogelijke aanwezigheid van mycotoxinen. Mycotoxinen zijn stofwisselingsproducten die door schimmels in granen worden geproduceerd en dit voornamelijk in warme en vochtige omstandigheden. Mycotoxinen kunnen aanleiding geven tot vruchtbaarheidsproblemen (zearalenone; ZON) of een lagere voederopname, groeiachterstand en een verminderde weerstand (deoxynivalenol; DON).

Tarwe is een grondstof die in principe zonder beperking kan gebruikt worden in een voeder. Tarwe mag niet te fijn gemalen worden, aangezien er kans is op pastavorming in het darmkanaal. De verteerbaarheid kan hierdoor verminderen. Bovendien stijgt de kans op maagerosie en -zweren bij te fijn gemalen voeder.

	Samenstelling (%)
Ruw eiwit	11,1
Ruw vet	1,3
Zetmeel	55,7
Suikers	2,7
Ruwe celstof	2,4
Ruwe as	1,5
Lysine*	2,8
Methionine*	1,6
Gestandaardiseerde darmverteerbaarheid RE	89

In Tabel 10 worden de aanbevolen maximale gehalten van tarwe in verschillende varkensvoerders voor de praktijk weergegeven.

pagina 37 van 117

Tabel 10 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van tarwe in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)

Tarwe	Maximale inmenging (%)
Speenvoeder	< 25
Groeivoeder	< 25
speen- en groeivoeder in 1 voeder	< 25
Biggenvoeder (20-45 kg)	10 à 30
Vleesvarkensvoeder (45-110 kg)	15 à 35
Drachtvoeder	< 35
Lactovoeder	< 35

4.1.2 Gerst

Gerst is een eiwitarm en relatief minder energierijk graan, dat aanleiding geeft tot een minder hoge voeder- en energieopname. Gerst is zeer smakelijk en kan in principe onbeperkt ingemengd worden. In de praktijk wordt, omwille van de beoogde variatie aan grondstoffen in het voeder, tot maximaal 40% ingemengd in biggenvoerders. Het toevoegen van gerst heeft weinig effect op de zoötechnische prestaties maar wel een positieve relatie met diergezondheid.

Gerst kan aangewend worden onder de vorm van 'gort' (gepelde gerst) of in de vorm van draf (bijproduct van bierbereiding) of gewoon als voedergraan.

Tabel 11 Kenmerken en samenstelling van gerst (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)

	Samenstelling (%)
Ruw eiwit	10,4
Ruw vet	1,7
Zetmeel	49,6
Suikers	2,5
Ruwe celstof	4,6
Ruw as	2,1
Lysine*	3,6
Methionine*	1,7
Gestandaardiseerde darmverteerbaarheid RE	80

* Ten opzichte van het totale eiwitgehalte

Gerst kan besmet zijn met de schimmel *Fusarium* die groeivertraging kan veroorzaken.

In Tabel 12 worden de aanbevolen maximale gehalten van gerst in verschillende varkensvoerders voor de praktijk weergegeven.

Tabel 12 Maximale aanbevolen inmengingspercentages van gerst in varkensvoeder (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)

Gerst	Maximale inmenging (%)
Speenvoeder	< 37
Groeivoeder	< 37
speen- en groeivoeder in 1 voeder	< 37
Biggenvoeder (20-45 kg)	20 à 30
Vleesvarkensvoeder (45-110 kg)	10 à 25
Drachtvoeder	7 à 25
Lactovoeder	8 à 20

4.1.3 Triticale

Triticale is een kruising van tarwe en rogge. Het bevat een laag gehalte aan antinutritieële factoren. Triticale bevat wel een trypsine remmer. Dit is een stof die de eiwit afbrekende werking van het enzym trypsine afremt en dus zorgt voor een slechtere vertering van eiwitten. Daarnaast bevat triticale een hoog gehalte aan pentosanen. Dit zijn koolhydraten die gemakkelijk water opnemen en zo de viscositeit van het voeder kunnen verhogen.

Tabel 13 Kenmerken en samenstelling van triticale (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)

	Samenstelling (%)
Ruw eiwit	11,2
Ruw vet	1,5
Zetmeel	56,5
Suikers	4,0
Ruwe celstof	2,2
Ruwe as	1,7
Lysine*	3,3
Methionine*	1,7
Gestandaardiseerde darmverteerbaarheid RE	85

* Ten opzichte van het totale eiwitgehalte

Triticale is arm aan calcium maar zeer smakelijk. Het bevat 0,56% linolzuur.

Het gebruik is vrijwel onbeperkt in rantsoenen maar in de praktijk wordt maximaal 40% ingemengd.

Aarfusarium kan voorkomen en een groeivertraging veroorzaken.

In Tabel 14 worden de aanbevolen maximale gehalten van triticale in verschillende varkensvoerders voor de praktijk weergegeven.

Tabel 14 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van tritcale in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)

Triticale	Maximale inmenging (%)
Speenvoeder	< 5
Groeivoeder	< 5
speen- en groeivoeder in 1 voeder	< 5
Biggenvoeder (20-45 kg)	< 20
Vleesvarkensvoeder (45-110 kg)	< 25
Drachtvoeder	< 25
Lactovoeder	< 25

4.1.4 Maïs (korrelmaïs)

Korrelmaïs is het energierijkste graan dat in onbeperkte hoeveelheid kan verstrekt worden aan varkens van alle leeftijden. Het is zeer smakelijk. Eventueel kan het aan voeder van jonge dieren in de vorm van vlokken of geëxpandeerd worden gegeven.

Tabel 15 Kenmerken en samenstelling van maïs (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)

	Samenstelling (%)
Ruw eiwit	8,2
Ruw vet	3,8
Zetmeel	60,6
Suikers	1,2
Ruwe celstof	2,2
Ruwe as	1,2
Lysine*	2,9
Methionine*	2,1
Gestandaardiseerde darmverteerbaarheid RE	82

* Ten opzichte van het totale eiwitgehalte

Korrelmaïs bevat veel onverzadigde vetzuren en geeft soms aanleiding tot zachter vet (floppy fat) bij de dieren. Daarnaast bevat maïs ook veel xanthofielen, dit zijn plantaardige vetoplosbare kleurstoffen die in andere graansoorten veel minder voorkomen. Xanthofielen hebben de eigenschap dat het karkasvet geel kan verkleuren, wat bij varkens ongewenst is.

Maïs kan de mycotoxinen zearalenone (ZON) en deoxynivalenol (DON) bevatten die respectievelijk problemen op het vlak van de vruchtbaarheid en een verminderde groei tot gevolg kunnen hebben.

Als alternatief voor korrelmaïs kan men ook corn cob mix (CCM) toepassen. Corn cob mix (CCM) is het resultaat van het malen en inkuilen van het graan met een deel van de spil. Hoe groter het aandeel spil, hoe hoger het ruwe celstofgehalte van de CCM. Het is een energierijk product dat door zijn fijne structuur en zuur karakter graag door varkens wordt opgenomen.

In Tabel 16 worden de aanbevolen maximale gehalten van maïs in verschillende varkensvoerders voor de praktijk weergegeven.

Tabel 16 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van maïs in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)

Maïs	Maximale inmenging (%)
Speenvoeder	10 à 30
Groeivoeder	10 à 30
speen- en groeivoeder in 1 voeder	10 à 30
Biggenvoeder (20-45 kg)	10 à 30
Vleesvarkensvoeder (45-110 kg)	10 à 20
Drachtvoeder	< 25
Lactovoeder	10 à 25

4.2 PEULVRUCHTEN

Peulvruchten zijn de vruchten van vlinderbloemige planten. Meestal gaat het om bonen en erwten. Zij zijn vaak zeer eiwitrijk. De energie van peulvruchten is aanwezig in de vorm van zetmeel en vet (olie).

De samenstelling van verschillende peulvruchtensoorten loopt sterker uiteen dan bij de granen. Soms zijn er bitterstoffen (antinutritieve factoren) aanwezig. Dit zijn alkaloiden of waterstofcyanide-houdende glycosiden, die verantwoordelijk zijn voor een slechte smaak of zelfs giftig zijn.

Tabel 17 Samenstelling van peulvruchten (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)

	Samenstelling (%)	
	Min	Max.
Ruw eiwit	20	40
Ruw vet	1,2	40
Ruwe celstof	4	20
Ruwe as		
Overige koolhydraten	25	50
Water	13	15

Het ruwe celstofgehalte van peulvruchten is soms hoog. De celstof is vrij goed verteerbaar. Het malen van de vruchten wordt aangeraden omdat dit de verteerbaarheid verhoogt. Peulvruchten met een laag vetgehalte hebben een verstoppende werking.

4.2.1 Erwten

Erwten zijn iets minder rijk aan eiwitten dan bonen maar ze zijn zeer rijk aan overige koolhydraten.

Tabel 18 Kenmerken en samenstelling van erwten (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)

	Samenstelling (%)
Ruw eiwit	21,1
Ruw vet	1,0
Zetmeel	38,7
Suikers	4,3
Ruwe celstof	5,3
Ruwe as	2,8
Lysine*	7,1
Methionine*	1,0
Gestandaardiseerde darmverteerbaarheid RE	79

* Ten opzichte van het totale eiwitgehalte

Erwten zijn goed verteerbaar en bevatten minder bitterstoffen. Erwten bevatten antinutritionele factoren zoals trypsineremmers, tanninen, fytaat, oligosachariden en lectines. Tanninen interfereren met de eiwit- en vetverteerbaarheid en kunnen aanleiding geven tot een bittere smaak. Daarnaast is fytaat aanwezig.

Voor het formuleren van babybiggenvoerders worden erwten niet gebruikt. Voor biggenmeel kan men tot 10% innemen en voor vleesvarkens is in Vlaanderen tot 15% gebruikelijk, maar hogere gehalten (tot 25%) zijn wellicht mogelijk.

In Tabel 19 worden de aanbevolen maximale gehalten van erwten in verschillende varkensvoerders voor de praktijk weergegeven.

Tabel 19 Aanbevolen maximale innengingspercentages van erwten in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)

Erwten	Maximale innenging (%)
Speenvoeder	0
Groeivoeder	0
speen- en groeivoeder in 1 voeder	0
Biggenvoeder (20-45 kg)	< 7,5
Vleesvarkensvoeder (45-110 kg)	5 à 15
Drachtvoeder	< 15
Lactovoeder	< 15

4.2.2 Sojabonen

Sojabonen zijn een hoogwaardige eiwitbron in varkensvoerders. Ze kunnen als 'volvet', dit is de ganse boon, of als bijproduct van de oliewinning aangewend worden.

Vanwege de aanwezigheid van de antitrypsinefactor (ANF), die de enzymen voor eiwitvertering tegenwerkt, is een voorafgaande verhitting (toasten) noodzakelijk.

Sojabonen bevatten 9,85% linolzuur en 3,00% xantophyllen.

In Tabel 20 worden de aanbevolen maximale gehalten van sojabonen in verschillende varkensvoerders voor de praktijk weergegeven.

Tabel 20 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van sojabonen in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)

Sojabonen	Maximale inmenging (%)
Speenvoeder	15 à 16
Groeivoeder	15 à 16
speen- en groeivoeder in 1 voeder	15 à 16
Biggenvoeder (20-45 kg)	< 20
Vleesvarkensvoeder (45-110 kg)	< 15
Drachtvoeder	< 15
Lactovoeder	< 15

4.3 OLIEHOUDENDE ZADEN EN VRUCHTEN

Tot deze categorie behoren zaden en vruchten van planten van meerdere families. Het gehalte aan ruw eiwit en ruw vet kan zeer sterk uiteenlopen.

4.3.1 Kruisbloemigen

De kruisbloemigen die vooral in de diervoeders worden gebruikt zijn koolzaad, raapzaad en mosterd. Deze bevatten allen glucosiden met een antinutritieve werking. Deze komen meer voor in raapzaad dan in koolzaad. Omwille van de minder goede smaak is de opname eerder beperkt. De invloed op melkproductie en slachtkwaliteit is eerder ongunstig. Zaden van kruisbloemigen worden dan ook zelden gebruikt in de varkensvoeding.

4.3.2 Lijnzaad

Lijnzaad is het zaad van de vlasplant. Het is een zeer smakelijk product dat in de varkensvoeding als volledig zaad kan worden gebruikt. In de bast van het zaad bevinden zich slijmstoffen die bij weken in warm water gaan zwellen. Hierdoor wordt de verteerbaarheid bevorderd.

Lijnzaad bevat caroteen en glucosiden. Deze laatste worden evenwel afgebroken bij een warmtebehandeling.

Lijnolie werkt laxerend.

Te veel lijnzaad in het varkensrantsoen kan aanleiding geven tot te zacht spek bij vleesvarkens.

In Tabel 21 worden de aanbevolen maximale gehalten van lijnzaadschilfers in verschillende varkensvoerders voor de praktijk weergegeven.

Tabel 21 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van lijnzaadschilfers in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)

Lijnzaadschilfers	Maximale inmenging (%)
Speenvoeder	0
Groeivoeder	< 2
speen- en groeivoeder in 1 voeder	< 2
Biggenvoeder (20-45 kg)	< 5
Vleesvarkensvoeder (45-110 kg)	< 10
Drachtvoeder	2 à 15
Lactovoeder	< 10

4.3.3 Andere

Zonnebloemzaad wordt weinig gebruikt in varkensvoerders. Het wordt vooral gebruikt in voeders voor pluimvee, vogels en knaagdieren.

4.3.4 Producten van de oliebereiding

Men onderscheidt koeken, schilfers en schroot. Koeken en schilfers worden verkregen na het winnen van olie door middel van persen of wringen. Schroot noemt men het restproduct na het winnen van olie door middel van een extractieproces. Het percentage ruw eiwit van schroot is hoger dan dit van schilfers en dit van schilfers is hoger dan dit van koeken. Het percentage ruw vet varieert omgekeerd: het gehalte ruw vet van koeken is hoger dan dit van schilfers en dit van schilfers is hoger dan dit van schroot.

	Koeken	Schilfers	Schroot
Ruw Vet	>		>
Ruw Eiwit	<		<

Figuur 19 Variatie in het ruw vet- en eiwitgehalte in functie van het oliebereidingsproces

Sojaschroot en schilfers

Aangezien het proces om tot schilfers en schroot te komen geen verhitting inhoudt, zal men bij het gebruik ervan rekening moeten houden met de aanwezigheid van de antitrypsinefactor. De indeling van sojaschroot en -schilfers gebeurt op basis van de herkomst, het ruwe celstofgehalte en het eiwitgehalte.

	Samenstelling (%)
Ruw eiwit	43,0
Ruw vet	2,2
Zetmeel	0,8
Suikers	10,2
Ruwe celstof	6,1
Ruwe as	6,2
Lysine*	6,2
Methionine*	1,4
Gestandaardiseerde darmverteerbaarheid RE	86

Sojaschroot	Maximale inmenging (%)
Speenvoeder	< 5
Groeivoeder	< 10
speen- en groeivoeder in 1 voeder	< 10
Biggenvoeder (20-45 kg)	< 6
Vleesvarkensvoeder (45-110 kg)	> 5
Drachtvoeder	Vrij te bepalen
Lactovoeder	Vrij te bepalen

Tabel 24 Kenmerken en samenstelling van zonnebloemschroot (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)

	Samenstelling (%)
Ruw eiwit	38,2
Ruw vet	1,8
Zetmeel	0,8
Suikers	5,3
Ruwe celstof	14,8
Ruwe as	6,6
Lysine*	3,5
Methionine*	2,2
Gestandaardiseerde darmverbeerbaarheid RE	80

* Ten opzichte van het totale eiwitgehalte

In Tabel 25 worden de aanbevolen maximale gehalten van zonnebloemschroot in verschillende varkensvoerders voor de praktijk weergegeven.

Tabel 25 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van zonnebloemschroot in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)

Zonnebloemschroot	Maximale inmenging (%)
Speenvoeder	0
Groeivoeder	0
speen- en groeivoeder in 1 voeder	0
Biggenvoeder (20-45 kg)	< 5
Vleesvarkensvoeder (45-110 kg)	< 7
Drachtvoeder	< 12
Lactovoeder	< 8

Kool- en raapzaadschroot

Kool- en raapzaadproducten zijn zeer goed verteerbaar maar hebben een bittere smaak zodat de verstrekte hoeveelheid vooral bij jonge dieren beperkt moet worden.

Tabel 26 Kenmerken en samenstelling van koolzaadschroot (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)

	Samenstelling (%)
Ruw eiwit	33,5
Ruw vet	2,6
Zetmeel	0,8
Suikers	9,0
Ruwe celstof	12,0
Ruwe as	6,7
Lysine*	5,5
Methionine*	2,0
Gestandaardiseerde darmverteerbaarheid RE	72

* Ten opzichte van het totale eiwitgehalte

In Tabel 27 worden de aanbevolen maximale gehalten van koolzaadschroot in verschillende varkensvoerders voor de praktijk weergegeven.

Tabel 27 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van koolzaadschroot in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)

Koolzaadschroot	Maximale inmenging (%)
Speenvoeder	0
Groeivoeder	0
speen- en groeivoeder in 1 voeder	0
Biggenvoeder (20-45 kg)	< 6
Vleesvarkensvoeder (45-110 kg)	< 8
Drachtvoeder	< 7
Lactovoeder	< 6

Koolzaadschilfer en –koek

Deze bevatten meer olie dan het schroot vanwege de mechanische persing.

Tabel 28 Kenmerken en samenstelling van koolzaadschilfers (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)

	Samenstelling (%)
Ruw eiwit	32,4
Ruw vet	7,5
Zetmeel	2,0
Suikers	10,2
Ruwe celstof	11,6
Ruwe as	7,0
Lysine*	5,5
Methionine*	2,0
Gestandaardiseerde darmverteerbaarheid RE	72

* Ten opzichte van het totale eiwitgehalte

Kokos- en palmpitproducten

Het vet van deze producten is in sterke mate verzadigd en bevat veel korte vetzuren, wat leidt tot harde lichaamsvetten bij de varkens.

Deze producten zijn goed verteerbaar, zeer smakelijk en goede energieaanbrengers, vandaar het veelvuldig gebruik in biggenvoerders.

Ook deze producten kunnen verontreinigd zijn met zand.

Tabel 29 Kenmerken en samenstelling van kokosschroot (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)

	Samenstelling (%)
Ruw eiwit	21,4
Ruw vet	2,2
Zetmeel	1,5
Suikers	9,0
Ruwe celstof	13,4
Ruwe as	6,5
Lysine*	2,5
Methionine*	1,5
Gestandaardiseerde darmverteerbaarheid RE	57

* Ten opzichte van het totale eiwitgehalte

In Tabel 30 worden de aanbevolen maximale gehalten van kokosschroot in verschillende varkensvoerders voor de praktijk weergegeven.

Tabel 30 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van kokosschroot in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)

Kokosschroot	Maximale inmenging (%)
Speenvoeder	0
Groeivoeder	0
speen- en groeivoeder in 1 voeder	0
Biggenvoeder (20-45 kg)	< 3
Vleesvarkensvoeder (45-110 kg)	< 5
Drachtvoeder	< 5
Lactovoeder	< 4

4.4 PRODUCTEN VAN DE ZETMEELBEREIDING

4.4.1 Enkele begrippen

Bij de droge bereiding van de zetmeelproducten (bloem, maïzena, ...) komen ook allerlei bijproducten ter beschikking die zich goed lenen als voedergrondstof.



Figuur 20 Bijproducten van de droge zetmeelbereiding (Bron: presentatie Dirk Fremaut, lessenreeks voeding 2013)

Zemelen

Dit is de na het malen en zeven afgezonderde fractie die vooral bestaat uit de zaadhuid en een weinig aleuron en een weinig endosperm (zaadkern). Het aleuron is de eiwithoudende laag tussen de zaadhuid en de zaadkern. Tarwekiemzemelen hebben een ruwe eiwit-inhoud tot 18% en een ruwe celstof-inhoud vanaf 5%.

Ze worden door alle diersoorten als zeer smakelijk ervaren. Gemengd met water geven zemelen een brij, wat een laxerend effect heeft. Indien droog gevoederd hebben zemelen eerder een stoppend effect.

Zemelen worden weinig gebruikt in pluimvee, biggen- en afmestvoeder vanwege het hoge ruwe celstofgehalte.

Grint

Grint is de fractie die bestaat uit de zaadhuid en meer aleuron en meer endosperm bevat dan zemelen.

Grint bevat 15 tot 18% ruw eiwit en 6 tot 11% ruwe celstof. Verder heeft grint ongeveer dezelfde kenmerken als zemelen.

Gries

Gries bestaat uit de aleuronfractie en bevat nog meer endosperm dan grint. Gries bevat 15 tot 18% ruw eiwit en 4 tot 9% ruwe celstof.

Gries is bruikbaar in de varkensvoeding. Het is zeer goed verteerbaar en smakelijk, dus zelfs inzetbaar bij babybiggen.

Kiemen

Kiemen van granen zijn rijk aan onverzadigde vetzuren. Hierdoor worden ze vlug ranzig. Tarwekiemen bevatten 26,6% ruw eiwit en 8,5% ruw vet. Soms worden kiemen ook gebruikt voor oliewinning (bijvoorbeeld maïs). Men spreekt dan van de restproducten koek, schilfer of schroot.

Achtermeel

Dit is de laatste fractie die vrijkomt bij de bloembereiding en wordt ook voederbloem of voedermeel genoemd. Tarwevoedermeel bevat 15,4% ruw eiwit en 7% ruwe celstof. Het is goed verteerbaar en kan in alle rantsoenen gebruikt worden.

4.4.2 Aardappelbijproducten

Tabel 31 geeft de gemiddelde voedersamenstelling van de meest voorkomende bijproducten.

	Aardappeleiwit	Aardappelzetmeel	Aardappel- stoomschillen	Aardappeldiksap
	Samenstelling (%)			
Ruw eiwit	79,5	0,8	13,2	34,2
Ruw vet	-	0,1	-	-
Zetmeel	0,5	73,5	41,2	-
Suikers	0,9	-	2,1	5,8
Ruwe celstof	0,6	0,4	5,6	-
Ruwe as	0,6	0,4	6,5	31,9
Lysine*	7,8	-	5,4	2,9
Methionine*	2,3	-	1,4	0,9
Gestandaardiseerde darmverteerbaarheid RE	90	-	61	-

In Tabel 32 worden de aanbevolen maximale gehalten van aardappeleiwit in verschillende varkensvoerders voor de praktijk weergegeven.

Aardappeleiwit	Maximale inmenging (%)
Speenvoeder	4
Groeivoeder	2 à 4
speen- en groeivoeder in 1 voeder	2 à 4
Biggenvoeder (20-45 kg)	0
Vleesvarkensvoeder (45-110 kg)	0
Drachtvoeder	0
Lactovoeder	0

In Tabel 33 wordt de samenstelling van de verschillende bijproducten van de suikerraffinage weergegeven.

	Bietenpulp	Bietvinasse
	Samenstelling (%)	
Ruw eiwit	8,8	21,5
Ruw vet	0,9	-
Zetmeel	0,5	-
Suikers	11,8	2,6
Ruwe celstof	16,8	0,1
Ruwe as	6,6	17,5
Lysine*	4,9	0,8
Methionine*	1,4	2,0
Gestandaardiseerde darmverteerbaarheid RE	46	95

In Tabel 34 worden de aanbevolen maximale gehalten van bietenpulp in verschillende varkensvoerders voor de praktijk weergegeven.

Bietenpulp	Maximale inmenging (%)
Speenvoeder	2
Groeivoeder	2
speen- en groeivoeder in 1 voeder	2
Biggenvoeder (20-45 kg)	> 2
Vleesvarkensvoeder (45-110 kg)	2 à 15
Drachtvoeder	5 à 45
Lactovoeder	2,5 à 10

Tabel 35 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van bietenvinasse in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)

Bietenvinasse	Maximale inmenging (%)
Speenvoeder	< 2
Groeivoeder	< 2,5
speen- en groeivoeder in 1 voeder	< 2,5
Biggenvoeder (20-45 kg)	< 5
Vleesvarkensvoeder (45-110 kg)	< 3
Drachtvoeder	< 4
Lactovoeder	< 3,5

pagina 51 van 117

Tabel 38 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van weipoeder in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)

Wepoeder	Maximale inmenging (%)
Speenvoeder	> 10
Groeivoeder	> 10
speen- en groeivoeder in 1 voeder	> 10
Biggenvoeder (20-45 kg)	Vrij te bepalen
Vleesvarkensvoeder (45-110 kg)	0
Drachtvoeder	0
Lactovoeder	0

4.4.5 Voedergewassen

Het voornaamste voedergewas dat in aanmerking komt voor varkensrantsoenen is luzernemeel. Grasmeel en stro worden minder gebruikt. Luzerne- en grasmeel bevatten xanthofiënen.

Tabel 39 Samenstelling van enkele voedergewassen (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011; DSM 2014)

	Luzernemeel	Grasmeel	Tarwestro
	Samenstelling (%)		
Ruw eiwit	15,2	15,1	2,0
Ruw vet	2,3	3,0	1,2
Zetmeel	1,1	1,1	2,0
Suikers	2,3	10,4	0,5
Ruwe celstof	29,2	22,4	42,0
Ruwe as	10,2	11,7	6,0
Lysine*	4,3	3,9	-
Methionine*	1,5	1,5	-
Gestandaardiseerde darmverteerbaarheid RE	45	48	-

* Ten opzichte van het totale eiwitgehalte

In Tabel 40 worden de aanbevolen maximale gehalten van luzerne in verschillende varkensvoerders voor de praktijk weergegeven.

Tabel 40 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van luzerne in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut, lessenreeks voeding 2013)

Luzerne	Maximale inmenging (%)
Speenvoeder	0
Groeivoeder	0
speen- en groeivoeder in 1 voeder	0
Biggenvoeder (20-45 kg)	0
Vleesvarkensvoeder (45-110 kg)	< 3
Drachtvoeder	< 7,5
Lactovoeder	< 4

////////////////////////////////////

5 RANTSOENFORMULERING

Rantsoenformulering is het matchen van de beschikbare grondstoffen (en hun nutriënten) met de behoeften van de varkens en dit op de meest economische manier. Knelpunt hierbij is dat de behoeften dier- en bedrijfsafhankelijk zijn. Om zeker te zijn van voldoende aanvoer kunnen meer nutriënten worden aangeboden dan strikt noodzakelijk, maar dit heeft een weerslag op zowel de kosten als op het milieu. Ook de nutriënteninhoud is vaak niet nauwkeurig geweten: een te voorzichtige inschatting heeft dan dezelfde gevolgen. Bovendien is het verband tussen nutriëntenaanbod, productiviteit en economie complexer dan vaak wordt aangenomen. Formulering is dus niet eenvoudig.

Formulering is een middel, geen doel. Het doel is efficiënt produceren zodat een eindproduct van hoge kwaliteit wordt verkregen. Formulering is daar één van de middelen voor. Zoals andere stappen in een (productie)proces kan het formuleren worden opgesplitst in een vijftal stappen:

- ▶ bepaal de doelstellingen
- ▶ stel de behoeften vast
- ▶ kies de ingrediënten en bepaal hun eigenschappen
- ▶ formuleer de rantsoenen
- ▶ evalueer de rantsoenen

Gewoonlijk laat de varkenshouder een deel van de stappen over aan een nutritionist of veevoederfirma. Het is echter belangrijk te begrijpen hoe een rantsoen tot stand komt en te weten welke input de nutritionist nodig heeft om een bedrijfsspecifiek rantsoen voor te stellen.

5.1 BEPAAL DE DOELSTELLINGEN

Hoewel deze stap vaak wordt overgeslagen zijn er verschillende doelstellingen denkbaar:

- ▶ inkomensmaximalisatie per varkensplaats
- ▶ inkomensmaximalisatie per verkocht vleesvarken
- ▶ maximalisatie van de performantie (bijvoorbeeld in het kader van selectie)
- ▶ maximalisatie van de winst voor het volledige bedrijf (bijvoorbeeld op bedrijven waar ook voeder wordt geproduceerd)
- ▶ minimalisatie van de milieudruk
- ▶ realisatie van een bepaalde karkas- of vleeskwaliteit (bijvoorbeeld in het kader van een label of een specifieke afzetketen)
- ▶ optimalisatie van dierenwelzijn
- ▶ ...

De eerste doelstelling zal door het gros van de bedrijven worden vooropgesteld, maar bij een koerswijziging, bijvoorbeeld bij het produceren onder een label of het zelf produceren van een deel van het voeder, verandert de doelstelling en moet op een andere manier gerantsoeneerd en geëvalueerd worden.

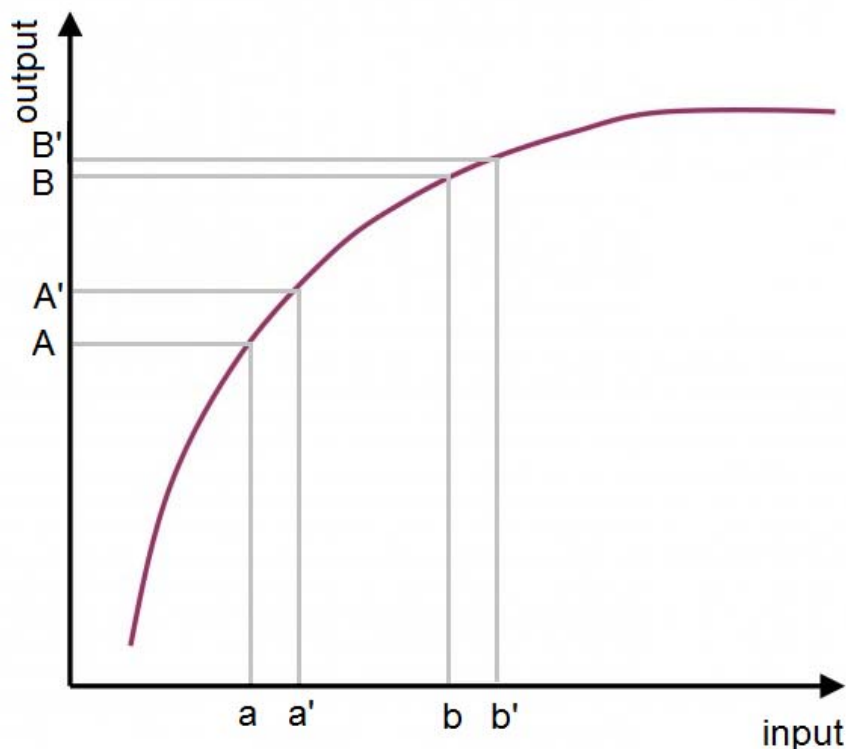
5.2 STEL DE BEHOEFTE VAST

De behoeften variëren naargelang een aantal interne (diergebonden) factoren zoals leeftijd, ras, geslacht, productieniveau en een aantal externe factoren zoals omgeving (temperatuur, groepssamenstelling) en economische omstandigheden. Naast de behoeften moet ook de voederopname worden ingeschat.

Om behoeften te bepalen kan op twee manieren tewerk worden gegaan:

- ▶ empirisch: de dieren krijgen voeders met een verschillend nutriëntenaanbod en hun presteren wordt daarbij opgevolgd
- ▶ factorieel: de verschillende functies/processen waarin een nutriënt een rol speelt worden gezocht (bijvoorbeeld energie is vereist voor onderhoud, groei, dracht, lactatie).

Belangrijk is hierbij de wet van de afnemende meeropbrengsten in het achterhoofd te houden. Als men een productiefactor (input) verhoogt zal de opbrengst (output) verhogen, maar dat is geen rechtlijnig verloop. Er zijn verschillende grafiekvormen mogelijk. De opbrengst kan bijvoorbeeld een maximum bereiken om daarna constant te blijven of zelfs af te nemen. Het is dan logisch de productiefactor (in dit geval voeder, nutriënten) zeker niet boven dit punt op te drijven. Daarnaast is echter ook duidelijk dat bij een gelijke toename van een productiefactor niet op elk niveau eenzelfde opbrengstverhoging wordt gerealiseerd (Figuur 21). Een toename van de input van a naar a' doet de output stijgen van A naar A', een gelijke toename van b naar b' resulteert in een veel geringere stijging van B naar B'.



Figuur 21 Afnemende meeropbrengst

In een situatie waarbij het voeder goedkoop is en de varkensprijzen goed zijn is het voor veel bedrijven economisch interessant om het allerbeste rantsoen te voederen. In de omgekeerde situatie, met hoge voederkosten en lage varkensprijzen is het voordeliger iets minder goed te voederen. Met andere woorden: voederformuleringen en -strategieën zijn geen constante gegevens, maar moeten aangepast worden aan de situatie op een bepaald moment en op een bepaald bedrijf.

5.3 KIES DE INGREDIËNTEN EN BEPAAL HUN EIGENSCHAPPEN

De derde stap is de selectie van de beschikbare grondstoffen en het bepalen van hun nutriënteninhoud. Vooral het tweede luik is complex. Het is niet alleen noodzakelijk de samenstelling van de grondstof te kennen, maar ook de mate waarin het dier de nutriënten kan benutten (verteren). De samenstelling kan volgen uit chemische analyses of wordt geschat op basis van tabelwaarden. Als deze laatste worden gebruikt is het belangrijk rekening te houden met de vaak grote range van waarden. De verteerbaarheid wordt in het ideale geval bepaald op basis van dierproeven. Om praktische redenen wordt verteerbaarheid indirect bepaald, bijvoorbeeld in het labo, of geschat op basis van tabelwaarden.

5.4 FORMULEER DE RANTSOENEN

De formulering gebeurt op basis van de vorige drie stappen, gewoonlijk door middel van lineaire programmering (computer formulering). Deze methode is snel en eenvoudig toe te passen, waardoor nutritionisten gemakkelijk op basis van verschillende aannames simulaties kunnen maken. De methode komt er op neer dat op basis van de nutriëntenbehoeften enerzijds en de beschikbare nutriënten en hun kostprijs anderzijds, een rantsoen wordt berekend dat aan de eisen voldoet én dit tegen de laagst mogelijke kost.

5.5 EVALUEER DE RANTSOENEN

Om de kwaliteit van het mengvoeder na te gaan kan men een chemische analyse van een staal laten uitvoeren waarbij de resultaten worden vergeleken met de verwachte (berekende) waarden. Om een verband te leggen tussen het rantsoen en de (zoötechnische) prestaties kunnen eventueel eenvoudige voederproeven worden uitgevoerd. Hoe men dit best aanpakt wordt in de volgende paragraaf uitgelegd.

5.5.1 Uitvoeren van een voederproef

Voor een goede proefopzet is het nodig alle factoren die het ene voeder ten opzichte van het ander kunnen bevoordelen of benadelen, te elimineren, behalve het voederaspect dat men wil onderzoeken. Dit kan bijvoorbeeld door alle andere factoren constant te houden of door de verschillende niveaus in gelijke mate over de behandelingen te verdelen. Minstens volgende aspecten zijn daarbij van belang:

- ▶ Splits tomen zodat biggen van één toom verdeeld worden over de verschillende voeders.
- ▶ Pas de verschillende voeders toe op dieren uit meer dan één hok.
- ▶ Kies voor de verschillende voeders hokken die verspreid zijn over de afdeling.
- ▶ Behandel de dieren met uitzondering van het voeder op exact dezelfde wijze, dat wil zeggen dat voederbakken, hokken, drinknippels of -bakken, groepsgrootte, verrijkingsmateriaal, enz. hetzelfde moeten zijn (zowel qua type als qua aantal).
- ▶ Pas de verschillende voeders gelijktijdig toe. Op deze manier wordt een seizoenseffect uitgesloten. Een veel voorkomende fout in de praktijk is dat uitspraken worden gedaan over behandelingen die in de tijd worden vergeleken. Bijna in elke proef worden namelijk ronde-effecten waargenomen. Deze kunnen het effect van voederbehandelingen kunstmatig versterken of juist maskeren.
- ▶ Het gemiddelde startgewicht moet hetzelfde zijn voor elke groep.
- ▶ Bij het vergelijken van voeders is het ook belangrijk om varkens van hetzelfde geslacht te vergelijken en is het niet aangewezen een compartiment gelten met een compartiment baren/beren/immunocastraten te vergelijken. De geslachten of de geslachtsverdeling moeten hetzelfde zijn voor elke groep.
- ▶ Er moeten minstens drie herhalingen van de proef worden uitgevoerd, bijvoorbeeld door in één compartiment zes hokken te verdelen in twee maal drie hokken. Als twee compartimenten met elkaar worden vergeleken, is het aangewezen om de proef te

- ▶ Het opvolgen van het voederverbruik, bij voorkeur per voederbak, is zeer belangrijk bij voederproeven. Een dubbele voederleiding per compartiment is zeer handig hiervoor. Daarnaast moeten de dieren worden gewogen en niet geschat. De wegingen bij opzet en bij afleveren zijn noodzakelijk, enkel dan kan de gewichtsaanzet van de dieren juist bepaald worden.
- ▶ De voederbakken moeten goed zijn afgesteld om vermorsing tegen te gaan. Eventueel kan een antimorsrand worden aangebracht op de voederbak.
- ▶ Zieke en gewonde dieren moeten uit een voederproef worden verwijderd. Wanneer de varkens uit de groep worden gehaald, is het belangrijk om deze dieren te wegen en hun voederverbruik te registreren. Op deze manier kan later een correctere berekening van de voederopname door de gezonde varkens worden gemaakt.
- ▶ Als na de proef alle varkens die voeder A kregen een beter resultaat opleveren dan alle varkens die voeder B kregen, kan worden verondersteld dat dit geen toevallig resultaat is.

Tabel 41 Schematische weergave van minimum drie herhalingen bij een voederproef

Hok	Behandeling
Hok 1	Voeder A
Hok 2	Voeder B
Hok 3	Voeder A
Hok 4	Voeder B
Hok 5	Voeder A
Hok 6	Voeder B

Ronde 1				Ronde 2			
Compartiment 1		Compartiment 2		Compartiment 1		Compartiment 2	
Hok 1	Voeder A	Hok 1	Voeder B	Hok 1	Voeder B	Hok 1	Voeder A
Hok 2	Voeder A	Hok 2	Voeder B	Hok 2	Voeder B	Hok 2	Voeder A
Hok 3	Voeder A	Hok 3	Voeder B	Hok 3	Voeder B	Hok 3	Voeder A
Hok 4	Voeder A	Hok 4	Voeder B	Hok 4	Voeder B	Hok 4	Voeder A
Hok 5	Voeder A	Hok 5	Voeder B	Hok 5	Voeder B	Hok 5	Voeder A
Hok 6	Voeder A	Hok 6	Voeder B	Hok 6	Voeder B	Hok 6	Voeder A

- ▶ Totale groei = eindgewicht – startgewicht
- ▶ Totale groei per dier = totale groei/aantal dieren
- ▶ Gemiddelde dagelijkse groei = totale groei per dier/aantal testdagen
- ▶ Totaal voederverbruik = totaal voeder verdeeld – totaal voeder over op einde van test
- ▶ Totaal voederverbruik per dier = totaal voederverbruik/aantal dieren

pagina 58 van 117

- ▶ Gemiddelde dagelijkse opname = totaal voederverbruik per dier /aantal testdagen
- ▶ Voederconversie = totaal voederverbruik/totale groei
- ▶ Voederkost per kg groei = voederconversie x voederkost per ton/1000.

5.5.2 Voederetiketten interpreteren

Voorbeeld 1: drachtige zeugen

Dracht Extra
Volledig diervoeder voor zeugen
ANALYTISCHE BESTANDDELEN
Ruw eiwit 13.000 % / Ruw vet 5.000 % / Ruwe as 5.471 % / Ruwe celstof 8.500 % / Lysine 0.660 % / Methionine 0.216 % / Calcium (Ca) 1.000 % / Natrium (Na) 0.200 % / Fosfor (P) 0.525 %
SAMENSTELLING Gerst / Haver / Tarwegries / Palmpitschilfers / Mais en CCM (87% DS) / Tarwe / Sojaschroot geschild getoast (geproduceerd met genetisch gemodificeerde soja) / Tarwezemelen / Suikerbietenpulp / Sojapellen / Tarwe-glutenvoer / Lijnzaad Geexpandeerd / Calciumcarbonaat / Dierlijk vet / Suikerrietmelasse / Monocalciumfosfaat / Sojaolie
TOEVOEGINGSMIDDELEN
VITAMINEN Vitamine A (E672) 12000 IE/kg-Vitamine D3 (E671) 2000 IE/kg-Vitamine E (all-rac-alfa-tocoferolacetaat) (3a700) 100 mg/kg
SPORENELEMENTEN E1 ijzer (ijzer(II)sulfaat monohydraat) 150 mg/kg-E2 jodium (watervrij calciumjodaat) 5 mg/kg-E3 kobalt (kobalhydroxidecarbonaat monohydraat) 0.5 mg/kg-E4 koper (koper(II)sulfaat pentahydraat) 20 mg/kg-E5 mangaan (mangaan(II)sulfaat monohydraat) 80 mg/kg-E6 zink (zinksulfaat monohydraat) 90 mg/kg-E8 selenium (natriumseleniet) 0.4 mg/kg
ANTIOXIDANTEN BHA (E320) 0.19 mg/kg-Etoxyquine (E324) 0.24 mg/kg
ENZYMES 6-Fytase E.C.3.1.3.26 (4a18) (FYT/kg) 458.520 FYTU/kg
LAAG FOSFOR VOEDER
GEPRODUCEERD VOLGENS LAAGEIWITCONVENANT
Lotnummer: 332641
Productiedatum: 18/07/2013

Dracht Extra	
Volledig diervoeder voor zeugen	
ANALYTISCHE BESTANDDELEN	<i>Weende componenten</i>
Ruw eiwit 13.000 % / Ruw vet 5.000 % / Ruwe as 5.471 % / Ruwe celstof 8.500 % / Lysine 0.660 % / Methionine 0.216 % / Calcium (Ca) 1.000 % / Natrium (Na) 0.200 % / Fosfor (P) 0.525 %	<i>(hoofdstuk 2)</i>
SAMENSTELLING Gerst / Haver / Tarwegries / Palmpitschilfers / Mais en CCM (87% DS) / Tarwe / Sojaschroot geschild getoast (geproduceerd met genetisch gemodificeerde soja) / Tarwezemelen / Suikerbietenpulp / Sojapellen / Tarwe-glutenvoer / Lijnzaad Geexpandeerd / Calciumcarbonaat / Dierlijk vet / Suikerrietmelasse / Monocalciumfosfaat / Sojaolie	
TOEVOEGINGSMIDDELEN	
VITAMINEN Vitamine A (E672) 12000 IE/kg-Vitamine D3 (E671) 2000 IE/kg-Vitamine E (all-rac-alfa-tocoferolacetaat) (3a700) 100 mg/kg	
SPORENELEMENTEN E1 ijzer (ijzer(II)sulfaat monohydraat) 150 mg/kg-E2 jodium (watervrij calciumjodaat) 5 mg/kg-E3 kobalt (kobalhydroxidecarbonaat monohydraat) 0.5 mg/kg-E4 koper (koper(II)sulfaat pentahydraat) 20 mg/kg-E5 mangaan (mangaan(II)sulfaat monohydraat) 80 mg/kg-E6 zink (zinksulfaat monohydraat) 90 mg/kg-E8 selenium (natriumseleniet) 0.4 mg/kg	
ANTIOXIDANTEN BHA (E320) 0.19 mg/kg-Etoxyquine (E324) 0.24 mg/kg	
ENZYMES 6-Fytase E.C.3.1.3.26 (4a18) (FYT/kg) 458.520 FYTU/kg	
LAAG FOSFOR VOEDER	
GEPRODUCEERD VOLGENS LAAGEIWITCONVENANT	
Lotnummer: 332641	
Productiedatum: 18/07/2013	

(koper(II)sulfaat pentahydraat) 20 mg/kg-E5 mangaan (mangaan(II)sulfaat monohydraat) 80 mg/kg-E6 zink (zinksulfaat monohydraat) 90 mg/kg-E ANTIOXIDANTEN BHA (E320) 0.19 mg/kg-Etoxyquine (E324) 0.78 mg/kg ENZYMES 6-Fytase E.C.3.1.3.26 (4a18) (FYT/kg) 458.520 FYTU/kg LAAG FOSFOR VOEDER GEPRODUCEERD VOLGENS LAAGEIWITCONVENANT Lotnummer: 332641 Productiedatum: 18/07/2013	<i>Eigenschappen voeder i.f.v. verlagen milieudruk - laag fosfor voeder zeugen: % P < 0,60% - laageiwitvoeder zeugen: % RE < 17%</i>
---	---

Voorbeeld 2: drachtige en lacterende zeugen

Aanv. Dracht-Lacto (25/75)

Aanvullend diervoeder voor drachtige en zogende zeugen.

ANALYTISCHE BESTANDDELEN Ruw eiwit 26.600 % / Ruw vet 4.513 % / Ruwe as 15.408 % / Ruwe celstof 14.574 % / Lysine 1.885 % / Methionine 0.448 % / Natrium (Na) 0.912 % / Fosfor (P) 0.811 %

SAMENSTELLING Palmpitschilfers / Zonnebloemzaadschroot / Sojaschroot geschild getoast (geproduceerd met genetisch gemodificeerde soja) / Kool- en raapzaadschroot / Sojapellen / Suikerbietenpulp / Calciumcarbonaat / Lijnzaad Geexpandeerd / Natriumchloride / Natrium bicarbonaat / Monocalciumfosfaat

TOEVOEGINGSMIDDELEN

VITAMINEN Vitamine A (E672) 39000 IE/kg-Vitamine D3 (E671) 6500 IE/kg-Vitamine E (all-rac-alfa-tocoferolacetaat) (3a700) 325 mg/kg

SPORENELEMENTEN E1 ijzer (ijzer(II)sulfaat monohydraat) 490 mg/kg-E2 jodium (watervrij calciumjodaat) 16 mg/kg-E3 kobalt (kobalhydroxidecarbonaat monohydraat) 1.6 mg/kg-E4 koper (koper(II)sulfaat pentahydraat) 50 mg/kg-E5 mangaan (mangaan(II)sulfaat monohydraat) 280 mg/kg-E6 zink (zinksulfaat monohydraat) 310 mg/kg-E8 selenium (natriumseleniet) 1.3 mg/kg

ANTIOXIDANTEN BHA (E320) 0.62 mg/kg-Etoxyquine (E324) 0.78 mg/kg

ENZYMES 6-Fytase E.C.3.1.3.26 (4a18) (FYT/kg) 1553.638 FYTU/kg

Te gebruiken aan 25% naast 75% vochtig maisgraan (65% DS).

Lotnummer: 332609

Productiedatum: 17/07/2013

Aanv. Dracht-Lacto (25/75)

Aanvullend diervoeder voor drachtige en zogende zeugen.

ANALYTISCHE BESTANDDELEN Ruw eiwit 26.600 % / Ruw vet 4.513 % / Ruwe as 15.408 % / Ruwe celstof 14.574 % / **Lysine 1.885 %** / **Methionine 0.448 %**

SAMENSTELLING Palmpitschilfers / Zonnebloemzaadschroot / Sojaschroot geschild getoast (geproduceerd met genetisch gemodificeerde soja) / Kool- en raapzaadschroot / Sojapellen / Suikerbietenpulp / Calciumcarbonaat / Lijnzaad Geexpandeerd / Natriumchloride / Natrium bicarbonaat / Monocalciumfosfaat

TOEVOEGINGSMIDDELEN

VITAMINEN Vitamine A (E672) 39000 IE/kg-Vitamine D3 (E671) 6500 IE/kg-Vitamine E (all-rac-alfa-tocoferolacetaat) (3a700) 325 mg/kg

Essentiële aminozuren (Tabel 1), de ideale verhouding tussen AZ is weergegeven in Tabel 2, dit voeder is aanvullend, dus de verhouding moet op het totaalvoeder worden bekeken

SPORENELEMENTEN E1 ijzer (ijzer(II)sulfaat monohydraat) 490 mg/kg-E2 jodium (watervrij calciumjodaat) 16 mg/kg-E3 kobalt (kobalhydroxidecarbonaat monohydraat) 0.5 mg/kg-E4 koper (koper(II)sulfaat pentahydraat) 20 mg/kg-E5 mangaan (mangaan(II)sulfaat monohydraat) 60 mg/kg-E6 zink (zinksulfaat monohydraat) 100 mg/kg-E8 selenium (natriumseleniet) 0.4 mg/kg	Enzym dat de verteerbaarheid van fosfor verhoogt, toevoegen van fytase laat toe het % fosfor laag te houden	
ANTIOXIDANTEN BHT (E321) 0.75 mg/kg-Etoxyquine (E324) 0.75 mg/kg		
ENZYMES 6-Fytase E.C.3.1.3.26 (4a18) (FYT/kg) 476.282 FYTU/kg		
Te gebruiken aan 25		
Lotnummer: 332609		
Productiedatum: 17/0, ,		

Voorbeeld 3: vleesvarkens

Vleesvarken Luxe	
Volledig diervoeder voor vleesvarkens naar believen te voederen tot max. 6 maand	
ANALYTISCHE BESTANDDELEN Ruw eiwit 14.186 % / Ruw vet 3.797 % / Ruwe as 4.384 % / Ruwe celstof 4.500 % / Lysine 0.908 % / Methionine 0.299 % / Calcium (Ca) 0.609 % / Natrium (Na) 0.200 % / Fosfor (P) 0.389 %	
SAMENSTELLING Gerst / Mais en CCM (87% OS) / Tarwe / Tarwegries / Sojaschroot geschild getoast (geproduceerd met genetisch gemodificeerde soja) / Palmpitschilfers / Zonnebloemzaadschilfer / Dierlijk vet / Suikerrietmelasse / Calciumcarbonaat / Sojaolie	
TOEVOEGINGSMIDDELEN VITAMINEN Vitamine A (E672) 8000 IE/kg-Vitamine D3 (E671) 2000 IE/kg-Vitamine E (all-rac-alfa-tocoferolacetaat) (3a700) 100 mg/kg SPORENELEMENTEN E1 ijzer (ijzer(II)sulfaat monohydraat) 150 mg/kg-E2 jodium (watervrij calciumjodaat) 2 mg/kg-E3 kobalt (kobalhydroxidecarbonaat monohydraat) 0.5 mg/kg-E4 koper (koper(II)sulfaat pentahydraat) 20 mg/kg-E5 mangaan (mangaan(II)sulfaat monohydraat) 60 mg/kg-E6 zink (zinksulfaat monohydraat) 100 mg/kg-E8 selenium (natriumseleniet) 0.4 mg/kg	
ANTIOXIDANTEN BHT (E321) 0.75 mg/kg-Etoxyquine (E324) 0.75 mg/kg	
ENZYMES 6-Fytase E.C.3.1.3.26 (4a18) (FYT/kg) 476.282 FYTU/kg	
LAAG FOSFOR VOEDER GEPRODUCEERD VOLGENS LAAGEIWITCONVENANT Lotnummer: 331806	
Productiedatum: 03/07/2013	

Vleesvarken Luxe	
Volledig diervoeder voor vleesvarkens naar believen te voederen tot max. 6 maand	
ANALYTISCHE BESTANDDELEN Ruw eiwit 14.186 % / Ruw vet 3.797 % / Ruwe as 4.384 % / Ruwe celstof 4.500 % / Lysine 0.908 % / Methionine 0.299 % / Calcium (Ca) 0.609 % / Natrium (Na) 0.200 % / Fosfor (P) 0.389 %	
SAMENSTELLING Gerst / Mais en CCM (87% OS) / Tarwe / Tarwegries / Sojaschroot geschild getoast (geproduceerd met genetisch gemodificeerde soja) / Palmpitschilfers / Zonnebloemzaadschilfer / Dierlijk vet / Suikerrietmelasse / Calciumcarbonaat / Sojaolie	
TOEVOEGINGSMIDDELEN VITAMINEN Vitamine A (E672) 8000 IE/kg-Vitamine D3 (E671) 2000 IE/kg-Vitamine E (all-rac-alfa-tocoferolacetaat) (3a700) 100 mg/kg SPORENELEMENTEN E1 ijzer (ijzer(II)sulfaat monohydraat) 150 mg/kg-E2 jodium (watervrij calciumjodaat) 2 mg/kg-E3 kobalt (kobalhydroxidecarbonaat monohydraat) 0.5 mg/kg-E4 koper (koper(II)sulfaat pentahydraat) 20 mg/kg-E5 mangaan (mangaan(II)sulfaat monohydraat) 60 mg/kg-E6 zink (zinksulfaat monohydraat) 100 mg/kg-E8 selenium (natriumseleniet) 0.4 mg/kg	

*Essentiële vitaminen
(Tabel 1)
IE = Internationale
Eenheid, omzetting naar
bv. microgram verschilt
van middel tot middel*

ANTIOXIDANTEN BHT
ENZYMES 6-Fytase E.C.
LAAG FOSFOR VOEDER
Productiedatum: 03/0

*Anti-oxidanten:
beschermen cellen
tegen vrije radicalen
en verlengen de
houdbaarheid van het
voeder. Veel gebruikte
antioxidanten zijn
BHA, BHT,...*

0.75 mg/kg
/kg
WITCONVENANT Lotnummer: 331806

6 VOEDING VAN FOKDIEREN

6.1 HET OPTIMAAL VOEDEREN VAN GELTEN

De voeding van opfokgelten is gericht op het leveren van optimale reproductieresultaten gedurende verschillende reproductiecycli. Hiervoor moeten opfokgelten een goed voortplantingsstelsel, beenwerk, spieren en lichaamsreserves ontwikkelen. Het is belangrijk dat de opfokgelten goed uitgroeien, weliswaar zonder overdreven vetaanzet, zodat ze op 240 tot 260 dagen leeftijd (7,5-8 maand; minimum 120 kg) dekrijp zijn. Dit is in tegenstelling tot de vleesvarkens waar gestreefd wordt naar een zo kort mogelijke periode ($\pm$ 6 maand) om een zo goed mogelijk vleesvarken van ongeveer 110 kg af te leveren.

Het belang van een goede conditie van de gelt is essentieel om goede reproductieresultaten te halen. Opfokgelten met een te ruime conditie (te vet) bij de eerste inseminatie hebben een hoger risico om op latere leeftijd problemen te ontwikkelen en vroegtijdig te worden afgevoerd. Bij te vette gelten ligt het bevruchtingspercentage lager en de embryonale sterfte hoger met een tegenvallende toomgrootte als gevolg. Bovendien eten te vette gelten tijdens de eerste lactatie minder, waardoor ze meer conditie verliezen tijdens de kraamstalperiode. Dit heeft zijn weerslag op de volgende cyclus: onder andere meer kans op herlopen en second litter syndrome. Bovendien ontwikkelen te vette gelten makkelijker pootproblemen door de hoger fysische belasting en de invloed van hun vetmassa op de calciumhuishouding. De gelten mogen evenmin te schraal worden gevoederd omdat de eerste bronst dan wordt uitgesteld.

Nadat een eerste selectie van de toekomstige gelten werd gemaakt in de kraamstal, krijgen ze een speenvoeder en vervolgens tot 20 kg lichaamsgewicht een startersvoeder. Vanaf 20 kg wordt overgeschakeld naar een eerste opfokvoeder. Eventueel kan over het traject van 20 tot 40 kg nog een voormestvoeder worden gebruikt. Vanaf 40 kg lichaamsgewicht wordt het best overgeschakeld naar specifieke opfokvoerders, dit omdat de eiwitbehoeften voor gelten lager liggen dan voor vleesvarkens. De gelten worden dus gescheiden van de vleesvarkens. In ideale omstandigheden wordt in twee fases gevoederd: een eerste opfokvoeder tot 70 kg, waarna een tweede opfokvoeder van 70 tot 110 kg wordt verstrekt. Indien het niet mogelijk is om in twee fasen te voederen, kan één opfokvoeder worden gebruikt van 40 tot 110 kg lichaamsgewicht. Tot 110 kg worden de gelten *ad libitum* gevoederd. Vanaf 110 kg lichaamsgewicht is het aangewezen om de gelten individueel en beperkt te voederen met een drachtvoeder. Een te hoge groeisnelheid (met als gevolg onder andere hogere belasting van de botten en gewrichten) en vervetting moeten immers worden vermeden.

Om een goed beenwerk te kunnen realiseren, moet het voeder voldoende rijk zijn aan essentiële mineralen zoals calcium (Ca) en fosfor (P). Toch moet met het gebruik van supplementen worden opgelet. Door toevoeging van bepaalde mineralen verandert niet alleen het gehalte van een bepaald mineraal maar ook de verhouding ten opzichte van andere mineralen (Figuur 13).

Praktijkvoorbeeld 1 (Bron: An Cools)

Bedrijfsgegevens: Een vermeerderingsbedrijf koopt gelten aan. De gelten worden tot 80 kg lichaamsgewicht gehuisvest op het opfokbedrijf en vervolgens tot de gelten geslachtsrijp zijn in

Analyse: De gehalten aan mineralen en sporenelementen werden bepaald in de stalen afkomstig van de verschillende voeders (Tabel 43).

	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	Zn
Opfok starter	6720	57,9	177	7540	2270	54,8	2160	4960	107
Opfokvoeder 2	6590	27	345	6200	3020	107	2530	4370	162
Quarantainevoeder	11300	30	412	7150	1970	97	2490	3670	142
Drachtvoeder	6910	24	414	6960	2210	137	2520	4580	149

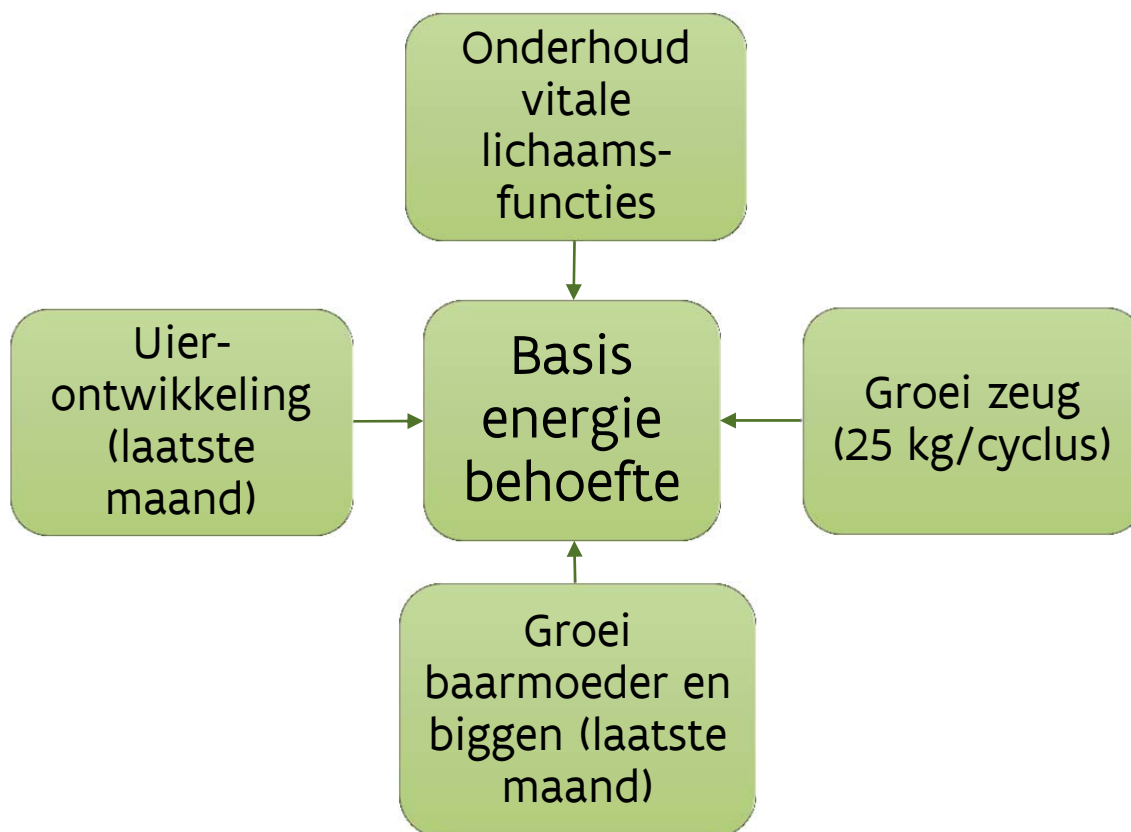
	Calcium (mg/kg)	Fosfor (mg/kg)	Ca/P
Opfok starter	6720	4960	1,35
Opfokvoeder 2	6590	4370	1,51
Quarantainevoeder	11300	3670	3,08
Drachtvoeder	6910	4580	1,51

Advies: op korte termijn werd geadviseerd om de Ca/P verhouding gedurende de dracht geleidelijk aan te passen. Hiervoor wordt het verschil in calciumgehalte in het quarantaine- en

6.2 DRACHTIGE ZEUGEN

6.2.1.1 De basis energienbehoefte

////////////////////////////////////



Figuur 22 De basis energiebehoefte van drachtige zeugen

De energiebehoeftes van drachtige gelten en zeugen verschillen. De gelten hoeven geen conditieverlies afkomstig van een vorige lactatie goed te maken. De energiebehoefte voor onderhoud is bij opfokgelten lager dan voor zeugen aangezien gelten een lager lichaamsgewicht hebben. Daarentegen is de energiebehoefte voor de groei bij de gelten hoger aangezien gelten nog niet volgroeid zijn op het moment van de eerste inseminatie. Om een optimale groei te kunnen realiseren, is het aan te raden om voldoende eiwitten en essentiële aminozuren te voorzien in het voeder van de gelten.

Onderhoud

De energiebehoefte voor onderhoud is de energie die een zeug nodig heeft om te kunnen overleven door het in stand houden van haar lichaamsfuncties, met andere woorden het functioneren van de verschillende organen. De onderhoudsbehoefte bedraagt ongeveer één

procent van het totale lichaamsgewicht van de zeug, wat gemiddeld overeenkomt met 1,8 à 2 kg drachtvoeder per dag. Hoe zwaarder een zeug is, hoe meer energie de zeug moet opnemen om te kunnen overleven. Een zeug van bijvoorbeeld 200 kg heeft 2 kg voeder per dag nodig om te voldoen aan de onderhoudsbehoefte. Naarmate de dracht vordert, neemt de onderhoudsbehoefte van een zeug licht toe.

Groei van de zeug

De energiebehoefte voor de groei is afhankelijk van de pariteit van de zeug. Een zeug is pas volgroeid vanaf de zesde reproductiecyclus, met andere woorden een zeug zet tot de vijfde worp zelf nog spierweefsel aan. Per cyclus bedraagt de gewichtsaanzet gemiddeld een 25-tal kg. Een gelt zal iets meer dan 25 kg aanzetten, terwijl de gewichtsaanzet bij een 4^{de} worps zeug iets lager zal zijn. Voor de aanzet van spierweefsel en vet moet een zeug voldoende energie opnemen via het voeder.

Groei en ontwikkeling van de baarmoeder en biggen

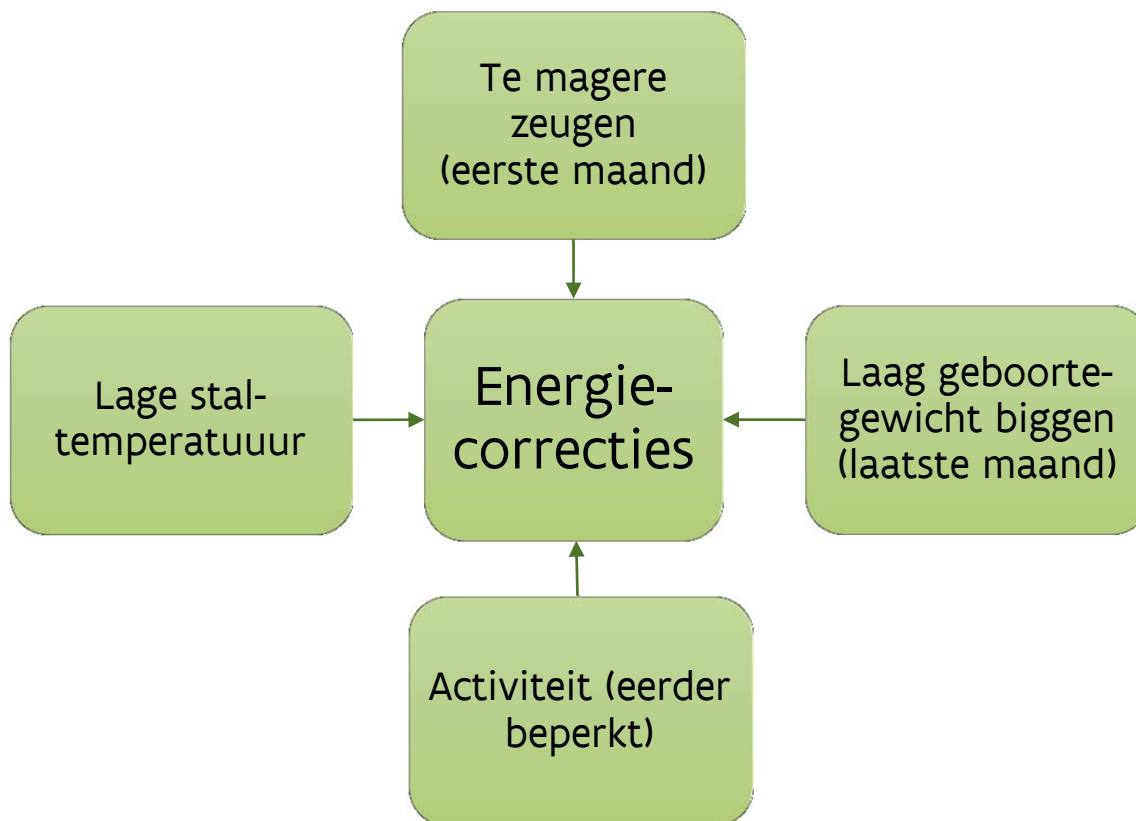
Daarnaast heeft een zeug energie nodig voor de groei en ontwikkeling van de baarmoeder (uterus) en de biggen gedurende de dracht. De groei en ontwikkeling van de baarmoeder zelf en de vloeistoffen in de baarmoeder en placenta's is voornamelijk van belang gedurende de eerste maand van de dracht. De foeti (vruchten) groeien daarentegen sterk aan het einde van de dracht en dit voornamelijk gedurende de laatste maand.

Ontwikkeling van het uierweefsel

Gelijklopend met de ontwikkeling van de biggen, ontwikkelt het uierweefsel zich gedurende de laatste maand van de dracht om te kunnen voldoen aan de melkbehoefte van de biggen vanaf de geboorte. De melkproductie is afhankelijk van de lactatiecyclus (pariteit), de lactatieweek, de worpgrootte en het type zeug.

6.2.1.2 Energiecorrecties

Zoals eerder werd vermeld, geldt de basisenergiebehoefte voor een gemiddelde zeug met een goede conditie onder normale omstandigheden.



Figuur 23 Energiecorrecties op de basis energiebehoefte bij drachtige zeugen

Te lage staltemperatuur

De temperatuur in de stal ter hoogte van de dieren moet zich binnen de thermoneutrale zone van de zeug bevinden. Dit is de temperatuurzone waarbinnen de zeug zonder extra energie de eigen lichaamstemperatuur op peil kan houden. Wanneer de temperatuur in de stal lager is dan de onderste grens van de thermoneutrale zone, heeft de zeug extra energie nodig om de lichaamstemperatuur op peil te houden. Om te voorkomen dat de nood aan extra energie ten koste gaat van de groei van de foeti moet het energieverlies worden gecompenseerd door het verstrekken van extra energie. Dit kan via het verstrekken van een drachtvoeder met een hoger energiegehalte of door het verhogen van de hoeveelheid drachtvoeder. Per 1°C beneden de ondergrens wordt aangeraden 100 g extra drachtvoeder per dag te geven (bijvoorbeeld bij een temperatuur van 14°C bij groepshuisvesting met een voederstation wordt best 200 g extra voeder per dag verstrekt). In Tabel 45 worden de kritische ondergrenzen van de thermoneutrale

Tabel 45 Ondergrenzen van de thermoneutrale zone per huisvestingssysteem

In de kraamstal is de temperatuur voor de zeug veelal te hoog door onder andere het gebruik van biggenlampen. Men moet er op letten dat de temperatuur niet stijgt boven 22°C. Door een te hoge temperatuur (hoger dan de bovengrens van de thermoneutrale zone) gaan de zeugen hittestress ervaren, waardoor ze minder gaan eten en de melkproductie zal dalen. Bovendien kan er een uierontsteking optreden. Het is belangrijk om ervoor te zorgen dat de biggenlamp goed gepositioneerd is zodat deze niet op de uier van de zeug straalt.

Zeugen die te mager zijn op het moment van spenen, worden het best extra gevoederd. De conditie wordt bij voorkeur gecorrigeerd vanaf de tweede maand van de dracht (dag 31) tot dag 85 van de dracht. Per mm spekdikte onder de 12 mm wordt geadviseerd om de voedergift per dag per zeug met 150 g te verhogen. Per mm spek dat de zeug moet aankomen is ongeveer 10 kg extra voeder nodig.

Het verhogen van de voederhoeveelheid vóór dag 31 van de dracht wordt afgeraden omdat een hoge voedergift bij het begin van de dracht nadelig zou zijn voor het innestelen van de embryo's in de baarmoeder. Toch blijkt uit recent onderzoek dat er geen nadelig effect werd vastgesteld bij het toepassen van een hoog voederniveau in de vroege dracht. Het corrigeren van de conditie tijdens de laatste maand (na dag 85) van de dracht is zeer moeilijk omdat op het einde van de dracht de energie vooral wordt aangesproken voor de groei van de foeti en de ontwikkeling van het uierweefsel.

Het belang van een goede conditie van de zeug en het evalueren van deze conditie, wordt verduidelijkt in gedeelte 6.2.2.

Indien het geboortegewicht systematisch te laag is en hiervoor geen infectieuze oorzaken aan de basis liggen, kan dit te wijten zijn aan een te lage energieopname van de zeugen gedurende de laatste maand van de dracht. Aangezien de foeti vooral groeien gedurende de laatste maand van de dracht, is het aangeraden om de energieopname door de zeug aan het einde van de dracht te verhogen door vanaf dag 85 van de dracht de voedergift per zeug met 100 g/dag te verhogen.

pagina 69 van 117

6.2.2 Het belang van een goede conditie

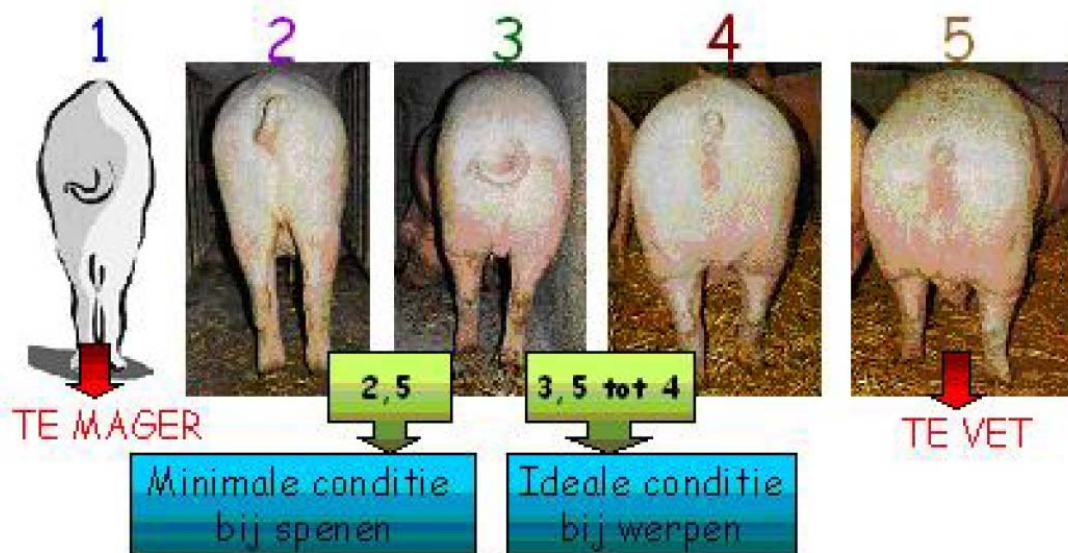
Zeugen die zich in een goede conditie bevinden, produceren beter en leven langer. Er moet worden gestreefd naar een optimale conditie (niet 'te vet' en niet 'te mager') van de zeug. Zowel energietekorten als -overschotten moeten rond het werpen worden vermeden. Bij energietekorten zal de zeug namelijk eerst in haar eigen onderhoud en groei voorzien en gaat dit ten koste van de groei van de foeti. Dit leidt tot biggen met een te laag geboortegewicht en een verminderde vitaliteit. Anderzijds zorgen energieoverschotten ervoor dat de zeugen te vet worden.

6.2.2.1 Conditiebepaling

De conditie van zeugen kan op een objectieve (persoonsonafhankelijke) en/of subjectieve (persoonsafhankelijke) manier geëvalueerd worden.

Een objectieve methode is het uitvoeren van rugspekdicke metingen. De spekdikte van een zeug wordt ter hoogte van de laatste rib, 5 cm naast de middellijn, gemeten. Een 'optimale' rugspekdicke is echter niet voor elke zeug gelijk en is onder andere afhankelijk van het type zeug (genetica) en haar leeftijd. Algemeen kunnen als leidraad de volgende rugspekdicke worden aangenomen: 16 mm bij 80 dagen dracht, 18 mm bij werpen en 14 mm bij spenen. Op deze waarden mag een speling van ongeveer 2 mm worden genomen. Het is belangrijk dat het verschil in rugspekdicke tussen het werpen en spenen niet meer dan 4 mm bedraagt. De haalbaarheid hiervan wordt mede bepaald door de lactatieduur en de toomgrootte. De rugspekdicke metingen gebeuren idealiter op verschillende tijdstippen doorheen de cyclus: rond het werpen, spenen en zes weken na het dekken.

Een subjectieve methode die soms wordt gebruikt om de conditie van een zeug te bepalen, is de visuele conditiescore. Hierbij wordt de zeug langs alle kanten bekeken en wordt aan de zeug gevoeld: staartzetting, heupbeenderen, leden, ruggengraat en de ribben (Figuur 24).



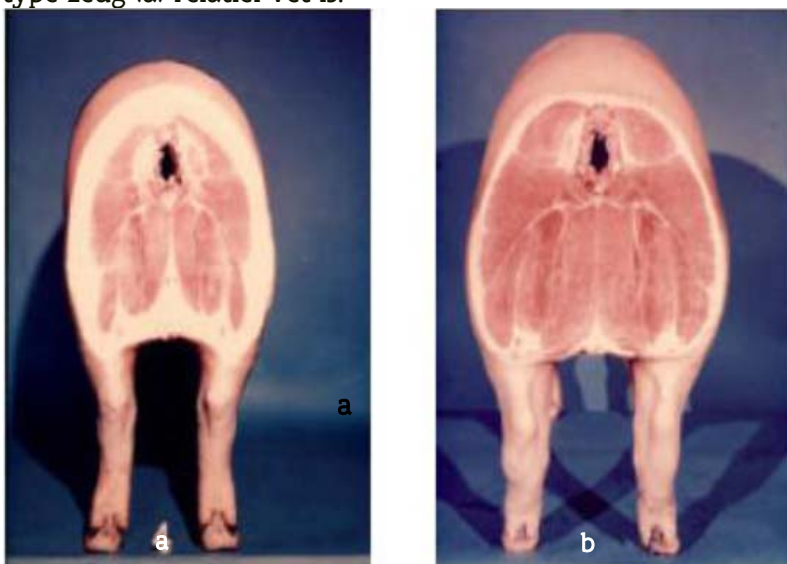
Figuur 24 Visuele conditiescores (1-5) die worden gebruikt om de conditie van de zeugen te bepalen (Bron: Brochure 'Omschakelen naar groepshuisvesting bij zeugen', 2003)

Tabel 46 geeft een extra toelichting bij de verschillende scores (1-5).

Tabel 46 Toelichting bij de visuele conditiescores

Conditiescores	
1	De ruggenwervels, zitbeenderen en ribben zijn goed zichtbaar en voelbaar. De flanken zijn sterk ingevallen en de staartinplant steekt er uit. Tussen de achterpoten is geen enkele vulling zichtbaar.
2	De ruggengraat en bekken zijn lichtjes bedekt, ze zijn wel zichtbaar en voelbaar. De flanken zijn iets ingevallen en de staartinplant is zichtbaar.
3	De ruggengraat is bedekt maar nog voelbaar. De bekken- en ledenwervels zijn niet zichtbaar. De staartinplant loopt iets schuin af. Tussen de achterpoten is het gevuld, maar er is geen vetheid waarneembaar.
4	De ruggengraat laat zich slechts onder druk voelen. Bekken en ribben zijn moeilijk voelbaar, de flanken zijn vol en de rug is bijna rond. Aan de inplanting van de staart zijn lichte vetlaagjes waar te nemen.
5	De ruggengraat, bekken en ribben laten zich zeer moeilijk voelen. De staartinplant is naar beneden en nauwelijks zichtbaar en de rug is iets te rond. Tussen de achterpoten is veel vetheid zichtbaar.

Er moet worden opgemerkt dat er een lage correlatie is tussen de subjectieve conditiescore en de objectieve spekdiktemeting. Figuur 25 illustreert dit. Bij het bepalen van de visuele conditiescore van de zeug b, zou men de zeug een score vier of vijf geven. Zeug a zou eerder een conditiescore drie krijgen. Een doorsnede van de achterzijde van beide zeugen, geeft echter een tegengesteld resultaat. De zeug die er bevestigd (b) uit ziet is mager, terwijl het van uitzicht mager type zeug (a) relatief vet is.



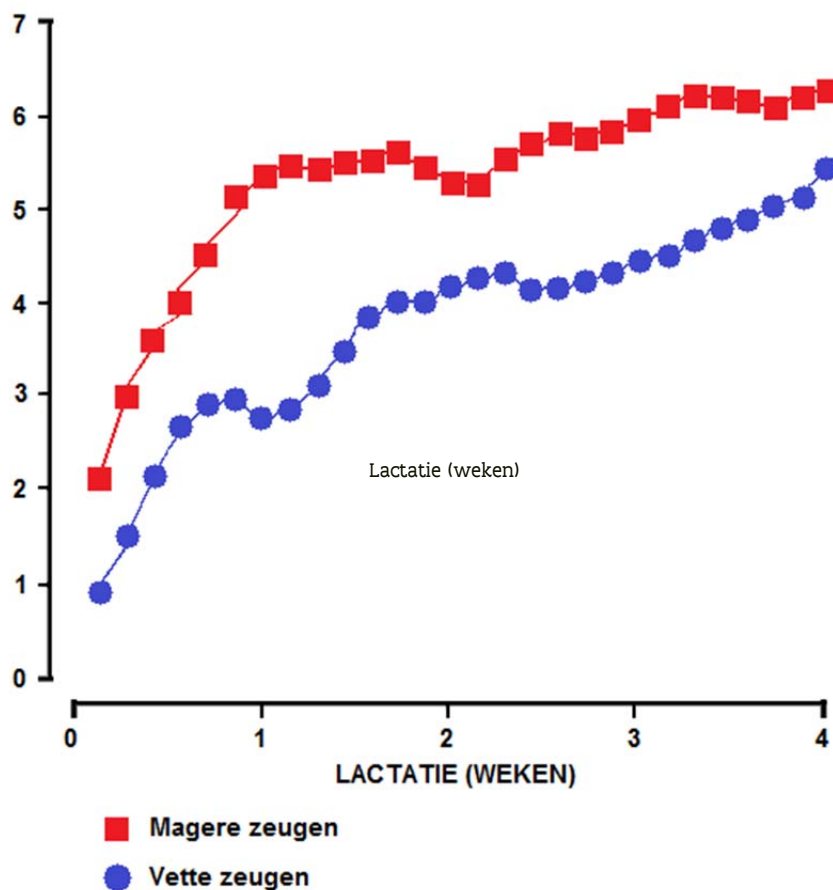
Figuur 25 Dwarsdoorsnede van de achterhand van twee zeugen (Bron: presentatie An Cools, lessenreeks voeding 2013)

6.2.2.2 Te vette zeugen

Een te hoge energieopname door een zeug tijdens de dracht resulteert in een te vette conditie van de zeug bij het werpen. Dit zorgt voor problemen bij de partus en de lactatie.

Vette zeugen hebben een hogere onderhoudsbehoefte in vergelijking met zeugen met een normale conditie. Doordat vette zeugen meer energie nodig hebben voor het onderhoud van hun lichaamsfuncties blijft er bijgevolg minder energie over voor de groei van de foeti. Vette zeugen zijn bovendien loom, waardoor de partus langer duurt. Dit heeft tot gevolg dat het aantal doodgeboren biggen toeneemt en de vitaliteit van de levend geboren biggen daalt. Gedurende de lactatie nemen vette zeugen minder voeder op waardoor de melkproductie lager is en de lichaamsreserves van de zeug worden aangesproken (Figuur 26).

VRIJWILLIGE DAGELIJKSE VOEDEROPNAME (KG / DAG)

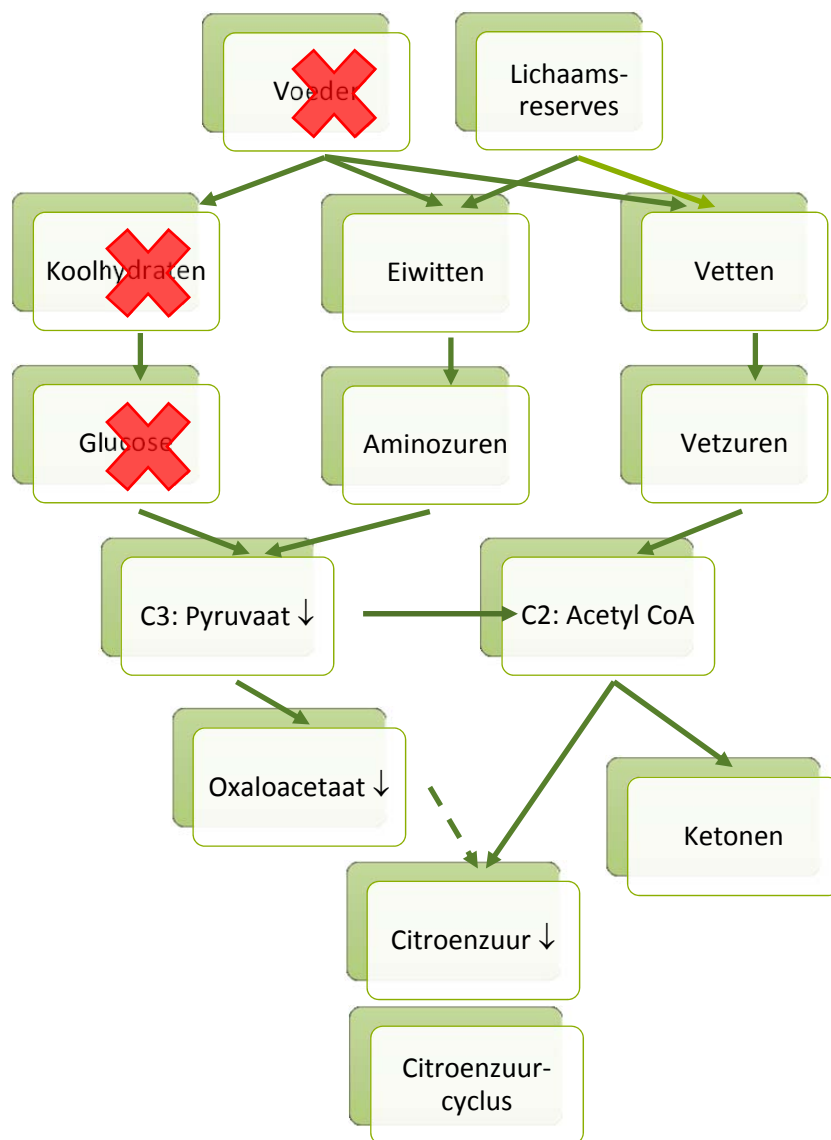


Figuur 26 Effect van de conditie van de zeug op moment van werpen op de voederopname tijdens de lactatie (Bron: naar Revell *et al.*, 1998, enkel hoog-eiwitvoeder weergegeven)

Een aantal onderliggende mechanismen worden hieronder verduidelijkt. In het vetweefsel van vette zeugen wordt meer leptine geproduceerd. Leptine is een hormoon dat ervoor zorgt dat de zeug zich verzadigd voelt en het hongergevoel doet verdwijnen. Naast het remmen van de eetlust, zorgt dit hormoon voor een verstoorde mobilisatie van calcium uit de beenderen.

Het energiemetabolisme werd voorheen verduidelijkt (2.6). Voor zeugen is de verhouding tussen de vetten en koolhydraten in het voeder belangrijk. In vergelijking met vetten wordt bij de afbraak van koolhydraten meer warmte geproduceerd. Dit is niet echt wenselijk omdat het in de kraamstal reeds warm is voor de zeugen en dit op zijn beurt kan zorgen voor minder eetlust. Als koolhydraten worden best makkelijk verteerbare suikers zoals glucose en dextrose gebruikt. Om bij zeugen die te weinig eten, de opname te stimuleren kan een beperkte hoeveelheid glucose of biggenvoer op het zeugenvoeder worden verdeeld.

////////////////////////////////////



Figuur 27 Energiemetabolisme (Bron: naar Cools An., 2013)

6.2.2.3 Te magere zeugen

Zeugen kunnen gedurende de lactatie te veel conditie verliezen, waardoor ze te mager zijn. Zoals vermeld in het onderdeel 'te lage staltemperatuur', wordt de conditie van de zeug bij voorkeur gecorrigeerd tussen dag 31 en 85 van de dracht.

Praktijkvoorbeeld 2 (Bron: An Cools)

Bedrijfsgegevens: Een gesloten bedrijf met 800 zeugen in een vierwekensysteem. De zeugen worden gevoederd met een standaard dracht- en lactatievoeder.

Problematiek: Op het bedrijf komen kleine en zwakke biggen met spreadzit (zwemmers) voor. Voornamelijk in de eerste levensweek treedt er een hoge biggensterfte op (16%).

Analyse: Algemeen wordt in de praktijk een grenswaarde van 11% sterfte in de kraamstal getolereerd. Spreidzit wordt gekenmerkt door een voorbijgaande parese/verzwakking van de achterpoten (soms ook de voorpoten) van de biggen, waardoor de pootjes uiteen glijden. Als zowel de voor- als achterpoten zijn aangetast kunnen de biggen sterven door verzwakking doordat ze onvoldoende melk kunnen opnemen of worden doodgelegd door de zeug. Meerdere risicofactoren (multifactoriële aandoening) werden in verband gebracht met het voorkomen van spreadzit (Tabel 47).

Tabel 47 Risicofactoren bij het voorkomen van spreidzit bij biggen

Risicofactoren

De genetische achtergrond. Bij nakomelingen van bepaalde rassen (landrasberen) blijkt spreadzit meer voor te komen vergeleken met andere rassen (Large White en hybride beren). Mannelijke biggen zijn meer aangetast door spreadzit dan vrouwelijke biggen. Spreadzit blijkt ook meer voor te komen bij biggen van oudere zeugen in vergelijking met biggen van eersteworpszeugen.

Het toepassen van partusinductie. Partusinductie op dag 113 van de dracht leidt tot een hoger voorkomen van spreidzit bij de biggen in vergelijking met zeugen die niet of later worden geïnduceerd. Biggen met een laag geboortegewicht zijn gevoeliger voor spreidzit.

De aanwezigheid van mycotoxinen (bijvoorbeeld DON en ZON) in het voeder gedurende de dracht. Naast spreadzit bij de biggen komt bij de zeug oor- en staartnecrose voor en is de kling gezwollen.

Een cholinetekort en/of methioninetekort in het voeder.

Een tekort aan antioxidanten (bijvoorbeeld vitamine E, selenium) in het voeder. Dit kan van toepassing zijn als er te weinig anti-oxidanten aanwezig zijn in het voeder bij het toevoegen van onverzadigde (bijvoorbeeld omega 3) vetzuren.

Een standaard analyse werd uitgevoerd op een voederstaal. Uit de analyse bleek dat de nutriëntengehaltes in het voeder binnen de marges lagen. Vervolgens werd de conditie van de zeugen door middel van spekdiktemetingen nagegaan. Hieruit bleek dat de zeugen op het einde van de dracht te mager waren. De huisvestingsomstandigheden werden nader bekeken. De omgevingstemperatuur in de drachtstal was 3°C lager dan de ondergrens van de thermoneutrale zone (Tabel 45).

Alhoewel de voedersamenstelling op zich in orde is, is de energieopname via het voeder niet afgestemd op het energieverbruik van de zeugen. Omdat de staltemperatuur te laag is, verbruiken de zeugen meer energie voor het op peil houden van hun lichaamstemperatuur. Daardoor is er minder energie beschikbaar voor de groei van de foeti en verliezen de zeugen conditie.

Advies: de voedergift moet worden aangepast naargelang de omstandigheden. Bij de zeugen die worden gehuisvest bij een te lage staltemperatuur, moet er een correctie op basis van de energiebehoefte in rekening worden gebracht door het verstrekken van meer voeder of het geven van een hoger energetisch voeder aan de zeugen (6.2.1.2). Per 1°C beneden de ondergrens van de thermoneutrale zone wordt aangeraden om 100 g extra drachtvoeder per dag te geven

6.3 DE OVERGANG VAN DRACHT NAAR LACTATIE

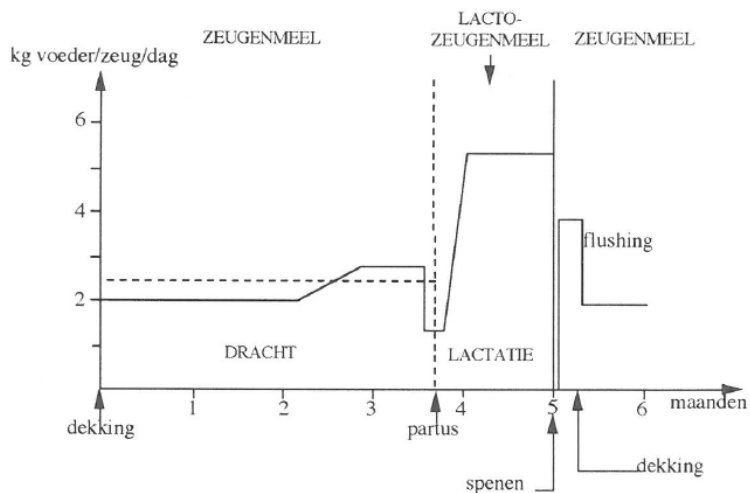
6.3.1 Verhuisstress

6.3.2 Voederaanpassingen

////////////////////////////////////

Het verschil tussen een dracht- en lactatievoeder kan worden opgevangen door een werpvoeder. De samenstelling van het werpvoeder kan variëren volgens het type zeug. Een voeder dat vergelijkbaar is met het lactatievoeder zorgt voor een optimale melkproductie. Indien de zeugen echter gevoelig zijn voor constipatie en uierontsteking kunnen ze meer gebaat zijn bij een vezelrijk voeder.

In de praktijk wordt aan het einde van de dracht de voederhoeveelheid veelal afgebouwd (tot bijvoorbeeld 1,5 kg) om een dip in de voederopname tijdens het begin van de lactatie te beperken. Het is echter nog niet duidelijk of dit wel de optimale strategie is. Onderzoek wees namelijk uit dat er geen nadelen zouden verbonden zijn aan het laten dooreten van de zeugen: de biggen zouden zelfs beter groeien en de zeugen zouden minder conditie/spekdikte verliezen tijdens de lactatie. Het voeder volledig wegnemen is zeker niet opportuun aangezien het belangrijk is om het verteringsstelsel op gang te houden. Figuur 28 is een voorbeeld van een voederschema van zeugen waarin wel nog wordt afgebouwd voor de worp.



Figuur 28 Voorbeeld van een voederschema van zeugen (Bron: presentatie An Cools, lessenreeks voeding, 2013)

6.3.3 Constipatie

De stress die de zeugen ervaren door de verhuis naar de kraamstal en de voederwijzigingen rond de partus, kunnen leiden tot een vertraagde darmtransit en constipatie.

6.3.3.1 Gevolgen van constipatie

Naast het ongemak dat de zeugen bij constipatie ervaren, kan de partus trager verlopen omdat er door de aanwezigheid van de mest in de darm minder plaats is voor de doorgang van de biggen in het geboortekanaal. Dit kan leiden tot meer doodgeboren en zwakkere biggen. Doordat bij constipatie de mest langdurig aanwezig blijft in de dikke darm, kan de 'slechte' darmflora (bijvoorbeeld coliformen) gaan groeien en kan dit problemen geven bij de zeug. Soms ontwikkelt de zeug MMA (mastitis, metritis, agalactie), wat wil zeggen dat zich een baarmoeder- en/of uierontsteking ontwikkelt met een gedaalde melkproductie tot gevolg. Soms heeft de zeug ook koorts. Dit zorgt ervoor dat de biggen verder verzwakken. Het is dus van belang om constipatie te vermijden en het mestgedrag van de zeugen goed op te volgen.

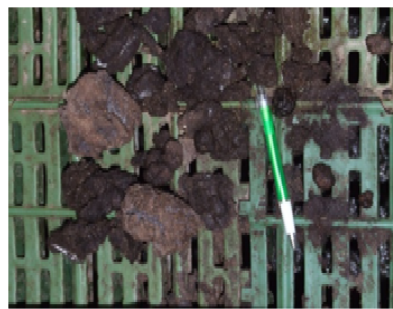
6.3.3.2 Scoren van mest

Gedurende de eerste dagen van de lactatie kan het mestgedrag eenvoudig worden opgevolgd door het dagelijks noteren van het al dan niet aanwezig zijn van mest achter de zeug en de consistentie van de aanwezige mest. Een score van nul tot vier wordt hierbij gehanteerd: een score nul is het ontbreken van mest, score één de aanwezigheid van harde mest, score twee droge tot normale mest, score drie normale tot natte mest en score vier natte mest met weinig structuur (Figuur 29). Mest met een score twee tot drie is hierbij ideaal. De harde droge mest met score één wijst op een vertraagde darmtransit en wordt gezien als een voorloper van constipatie of net na de constipatie. Natte mest met score vier wijst op een te snelle darmtransit. Hierbij worden de nutriënten in het voeder onvoldoende verteerd en geabsorbeerd.

Zolang het ontbreken van mest achter de zeug beperkt blijft tot minder dan twee dagen is dit ok. Vanaf twee dagen niet mesten, wordt gesproken over een lichte constipatie. Als de zeug drie tot vier dagen geen mest produceert, wordt dit beschouwd als het ernstig geconstipeerd zijn en vanaf vijf dagen als extreem ernstige constipatie.



Score 0: geen mest



Score 1: harde droge mest



Score 2: droge tot normale mest



Score 3: normale tot natte mest



Score 4: Natte mest, weinig structuur

Figuur 29 Mestscores (Bron: archief vakblad Varkensbedrijf)

6.3.3.3 Constipatie vermijden

Voorkomen is beter dan genezen, dit geldt ook voor constipatie. De overgang van gerantsoeneerde voeding in de dracht naar *ad libitum* voeding in de lactatie gaat veelal gepaard met een dip in de voederopname. Het is daarom belangrijk om de eerste dagen van de lactatie de hoeveelheid voeder aan te passen aan de vrijwillige voederopname van de zeug. Er kan bijvoorbeeld in de lactatie worden gestart met het geven van 2 kg voeder aan de zeug.

Praktijkvoorbeeld 4 (Bron: An Cools)

6.4 LACTERENDE ZEUGEN

Tijdens de lactatie worden geen conditiec correcties uitgevoerd. Zoals eerder werd vermeld (6.2.2.3) kan een te schrale conditie leiden tot een gedaalde melkproductie en problemen tijdens de volgende cyclus zoals niet bronstig worden of een lager aantal eicellen dat zal ovuleren met een lager aantal biggen tot gevolg.

6.5 HET INTERVAL SPENEN – DEKKEN

6.6 VOEDING VAN FOKBEREN

Er is weinig bekend over de voedingsbehoeften van fokberen. Ten opzichte van zeugen hebben fokberen tijdens de opfok een snellere groei met meer spierontwikkeling en minder vetvorming. Beren groeien dus snel bij een relatief lage voedergift. Daarom worden beren beperkt gevoederd om problemen met het beenwerk en het libido te voorkomen. Een te schrale voeding moet

De basis energiebehoefte van fokberen wordt grotendeels bepaald door hun behoefte voor onderhoud en groei. De onderhoudsbehoefte van de beer neemt toe met een stijgend lichaamsgewicht, terwijl de energiebehoefte voor groei dan afneemt naarmate de beer ouder wordt. Bij intensief gebruik is de energiebehoefte voor arbeid belangrijk. De voederbehoefte van fokberen liggen ongeveer 20% hoger dan voor zeugen omwille van de snellere groei en meer beweging. Net zoals voor de zeugen moet een energiecorrectie in rekening worden gebracht als de beren worden gehuisvest bij een temperatuur beneden de thermoneutrale zone. Voor beren geldt een onderste kritische temperatuur van 18-20°C (naargelang de bron).

/

7 VOEDING VAN BIGGEN

7.1 EEN GOEDE START BEGINT BIJ DE ZEUG

Om pasgeboren biggen de beste overlevingskansen te bieden en voor te bereiden op goede groeiprestaties moeten ze voldoende zwaar zijn. Onderzoek heeft duidelijk aangetoond dat overlevingskansen toenemen met toenemend geboortegewicht. Bovendien hebben biggen met een hoger geboortegewicht een beduidend hogere groei. Hogere aantallen biggen per zeug, tekort aan plaats in de baarmoeder en te vroeg geboren biggen zijn evoluties die de geboortegewichten negatief beïnvloeden. Zeugenvoeding tijdens de dracht moet erop gericht zijn zo hoog mogelijke geboortegewichten te realiseren. Goede omstandigheden tijdens en kort na de geboorte moeten zorgen voor een optimale maag- en darmflora van de biggen. De voeding van de zeug tijdens het zogen moet voldoende melkproductie kunnen genereren. De invloed van zeugenvoeding op het darmstelsel van de biggen blijkt bijvoorbeeld uit onderzoek met probiotica: toediening aan de zeugen resulteert in hogere concentraties van het organisme in kwestie in het darmstelsel van de biggen. Toediening van sporenelementen zoals zink aan zeugen, bijvoorbeeld onder de vorm van zinkmethionine, resulteert in minder doodgeboren biggen, betere groei en minder medicatie bij de biggen.

Onderstaande tekst is van de hand van Sam Millet (ILVO-DIER) naar aanleiding van de demodagen Overtallige biggen, georganiseerd door het Praktijkcentrum Varkens in 2012.

Voeding van (moederloze) biggen

Voor jonge biggen is melk de belangrijkste voedingsbron. Ze is geen perfecte (denk maar aan het lage ijzergehalte), maar een hele waardevolle voedingsbron, die aangepast is aan de eigenheid van een pasgeboren dier. Door de grote toename in worpgrootte voldoet de hoeveelheid melk die de zeug produceert niet altijd meer. Biggen in de couveuse moeten het zelfs zonder zeugenmelk stellen. Om de biggen optimaal te kunnen bijvoederen is het belangrijk een inzicht te hebben in de functies van melk en de veranderingen die optreden bij het spenen. Zeugenmelk is een vloeibare voeding, die steeds op de juiste temperatuur wordt verstrekt. Naast water bevat ze de meeste noodzakelijke voedingsstoffen die een big nodig heeft om te groeien. Daarnaast bevat ze stoffen die beschermend werken tegen een aantal ziekteverwekkers.

Bescherming tegen ziekte: melk versus biest

De eerste dag na de geboorte produceert een zeug biestmelk. Deze is rijk aan antistoffen die de big door de darm heen kan opnemen in zijn bloed. Deze antistoffen beschermen de big tegen ziekte. De opname van biestmelk tijdens de eerste levensdag is dan ook levensnoodzakelijk voor biggen. Daarnaast bevat colostrum ook melksuiker en vet, die energie geven aan de biggen. Na de kritische periode voor biestopname, kan een big geen antistoffen meer in zijn bloed opnemen door de darm. In melk zitten dan ook veel minder antistoffen. De antistoffen in melk geven

bescherming ter hoogte van de darm. Naast deze antistoffen zijn er ook nog andere stoffen aanwezig in de melk die bescherming geven.

Zowel melk als biest bevatten dus beschermende factoren. Bij melk is het de bedoeling dat deze factoren ter plaatse werken, bij biest is het de bedoeling dat de factoren worden opgenomen in het bloed om zo het big te beschermen tegen kiemen die toch binnendringen in het lichaam.

Energie: vetten en koolhydraten

Biggen worden geboren met erg lage vetreserves. Via de biest en vervolgens via de melk worden deze reserves snel aangevuld. Biggen hebben vlot opneembare energie nodig om snel te kunnen groeien. In de melk vinden ze die in de vorm van vetten en lactose, een eenvoudige suiker. Biggen produceren enzymen specifiek gericht op de vertering van melk. De productie van amylase, een enzym voor zetmeelvertering (een belangrijke energiebron in granen) is laag en neemt toe met het ouder worden. De aanwezigheid van zetmeel stimuleert de productie van amylase en een big zal zich dus aanpassen aan deze grondstoffen, maar dit kan wat tijd vragen. Het verstrekken van goed verteerbare voeders is belangrijker voor jonge biggen dan voor vleesvarkens.

Eiwit: aminozuren als bouwstenen

Eenzijds is het belangrijk dat biggen voldoende energie opnemen om vitaal te blijven, anderzijds hebben ze ook bouwstenen nodig om spieren te kweken. Waar bij biggen die buiten leven het eerste erg belangrijk is, is het aanzetten van spieren bij biggen in standaard omstandigheden belangrijker. De belangrijkste melkeiwitten zijn wei-eiwitten en caseïne. Deze bevatten verschillende aminozuren. Om spiercellen te maken is de juiste aminozuursamenstelling nodig. Melkvervangers moeten dus niet alleen voldoende eiwit bevatten, het eiwit moet ook in de juiste aminozuurverhouding aanwezig zijn. Qua hoeveelheid eiwit en eiwitsamenstelling kunnen melkvervangers zelfs beter scoren dan melk!

Van melk naar speenvoeder: een grote stap

De scheiding van biggen en zeug bezorgt niet alleen stress, ook de vorm en samenstelling van het voeder kan sterk verschillen. Op een bepaald moment moeten biggen overschakelen van vloeibaar naar vast voeder. Ze moeten overschakelen van een voeder rijk aan beschermende factoren naar een voeder met minder of zelfs geen beschermende factoren. Dit vergt aanpassingen in hun darm en in hun immuunstelsel. Hoe ouder de dieren zijn, hoe vlotter ze dit zullen doen. De biggen hierop voorbereiden is erg belangrijk. Dit kan door geleidelijk over te schakelen naar vast voeder en door beschermende factoren geleidelijk aan af te bouwen. Cruciaal op het moment van spenen is dat de biggen goed blijven eten. Dit vermindert de kans dat bacteriën binnendringen én maakt ze sterker als ze moeten vechten tegen een infectie.

Praktische voeding van (moederloze) biggen

De opname van biest tijdens de eerste levensdag is van levensbelang. Bij het scheiden van de zeug spreekt het voor zich dat de biggen aan het eten krijgen de eerste bekommernis is. Voorzie hiervoor een vloeibare voeding die vlot bereikbaar is. De vloeibare voeding op temperatuur houden vermindert de kans op onderkoeling van de biggen. Hou er rekening mee dat warmte en vochtigheid ideale voedingsbodems zijn voor schimmels. Regelmatig overtollige voeding vervangen en bakjes reinigen is noodzakelijk. De voeding bevat het best vlot opneembare suikers, vetten en eiwitten. Daarnaast kunnen bepaalde factoren (antistoffen) een bescherming geven tegen ziekte. Deze stoffen kunnen echter een goede hygiëne en management van de biggen niet vervangen. Deze stoffen geven voornamelijk een lokale bescherming, die verdwijnt op het moment dat je ze niet meer verstrekt. Voorzie geleidelijke voederovergangen. Bijvoederen van vast voeder in de kraamstal of vloeibare voeding op de biggenbatterij kunnen het speenproces vergemakkelijken.

Tabel 50 geeft een overzicht van de verschillen in samenstelling tussen gewone zeugenmelk en biest. De belangrijkste verschillen zijn het veel hoger eiwitgehalte van biest en het veel hogere vetgehalte van gewone zeugenmelk.

Tabel 50 Samenstelling van biest en zeugenmelk

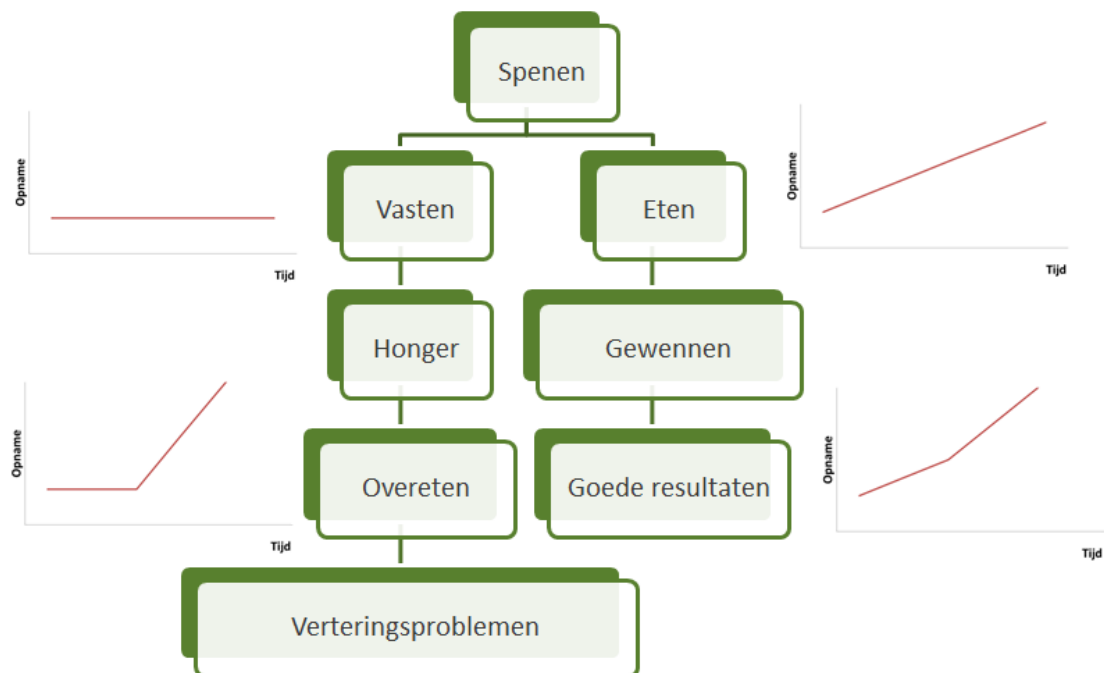
Samenstelling	Biest	Gewone zeugenmelk
Droge stof (%)	24,1	20,8
Energie (MJ/kg)	10,9	5,1
Ruw eiwit (%)	15,1	5,5
Lactose (%)	2,8	4,9
Ruw vet (%)	3,4	9,2
Ruwe as (%)	0,7	0,8

7.2 SPENEN GAAT MET STRESS GEPAARD

Het spenen vormt een stresserende overgang op verschillende domeinen: (1) zeugenmelk als hoofdbestanddeel van het rantsoen valt volledig weg. Melk is niet alleen een bron van nutriënten zoals water, lactose (melksuiker), vet en eiwit, maar ook een bron van antistoffen ten opzichte van bacteriën en virussen. Lactose wordt gebruikt om melkzuur te maken, wat de pH van de maag doet dalen. Na het spenen wordt (2) vast voeder de basis van het rantsoen. Dit vast voeder is minder goed verteerbaar voor de big, én is een bron van antinutritionale factoren. (3) Een deel van het sociaal contact valt weg of verandert van aard: contact met de zeug houdt op en eventueel ook met een deel van de toomgenoten. Bovendien wordt de vertrouwde omgeving (kraamstal) verlaten. Door stress daalt de productie van zoutzuur (een van de belangrijkste bestanddelen van maagsap) en van enzymen en de zuurbarrière van de maag (als afweer tegen kiemen) verzwakt. Vóór het spenen zijn de darmvilli (vingervormige uitstulpingen in de darm die het darmoppervlak 750 keer vergroten) weinig of niet geïrriteerd door de opname van

hoofdzakelijk melk. Na het spenen worden de darmvilli korter waardoor de beschikbare oppervlakte en dus ook de verterings- en opnamecapaciteit afneemt.

Het is belangrijk dat de biggen na het spenen blijven eten (Figuur 30). Hiervoor worden biggen het best bijgevoederd bij de zeug om een plotse voederovergang te vermijden. Het voeder wordt het best verdeeld over kleine verse porties die verspreid over de dag worden gegeven. Daarnaast is het belangrijk dat dit voeder energierijk, smakelijk en goed verteerbaar en goed bereikbaar is. Voorzie één voederplaats per 8 à 10 biggen. De eerste dagen na het spenen is één voederplaats per twee biggen aan te bevelen.

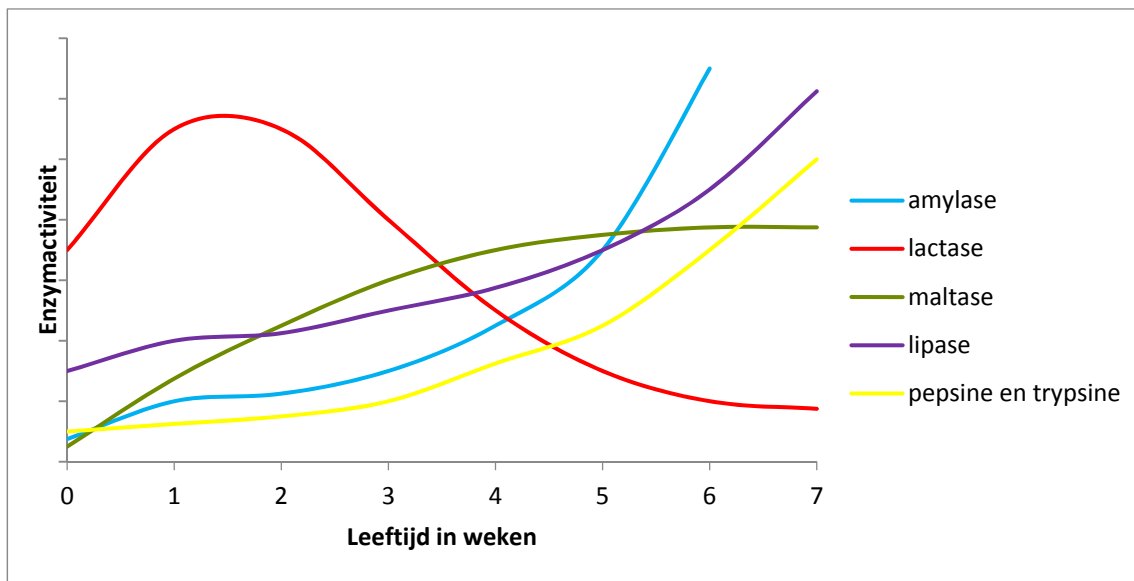


Figuur 30 Invloed van speenstress op latere prestaties van de biggen

7.3 EVOLUTIE VAN HET SPIJSVERTERINGSSTELSEL VAN EEN BIG

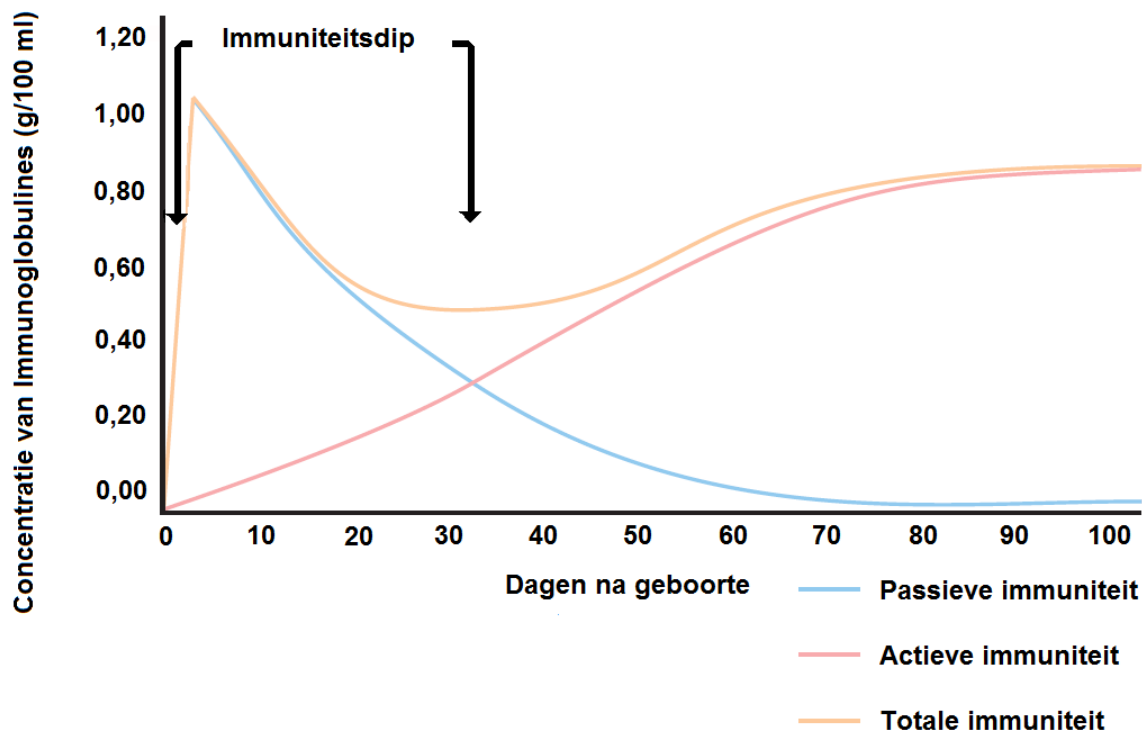
Een big wordt geboren met een eerder onrijp secretorisch stelsel, enkel ingesteld op de vertering van melkvoeding. De productie van sommige enzymen wordt gestimuleerd door hun substraat, dus een vroege confrontatie met verschillende, nieuwe voedermiddelen stimuleert de aanmaak van de enzymen die een rol spelen bij hun afbraak.

In de mond is aanvankelijk geen alfa-amylase (enzym dat zetmeel afbreekt) aanwezig, maar de activiteit neemt toe met de leeftijd. Bij vleesvarkens van 80 kg en bij zeugen is de werking ervan in de mond veel belangrijker.



Figuur 31 Enzymactiviteit in functie van de leeftijd (Bron: naar Fremaut Dirk)

Deze evolutie in enzymproductie en -activiteit verloopt ongeveer gelijktijdig met het verloop van de immuniteit: tegelijk met de afname van lactaseproductie en de toename van de andere enzymen daalt respectievelijk stijgt de passieve (via de biest en zeugenmelk) en de actieve (eigen) immuniteit. Rond de vier weken is er duidelijk een kritieke periode.



Figuur 32 Immunitet in functie van de leeftijd (Bron: naar Sieverding, 2000)

7.4 VERTERING VAN NUTRIËNTEN

7.4.1 Vertering van eiwitten

Eiwitten bestaan zoals eerder beschreven uit een aaneenschakeling van aminozuren. Bij vertering worden eiwitten afgebroken tot polypeptiden, daarna tot dipeptiden en tenslotte tot aminozuren (Figuur 8). Peptidasen breken het polypeptide af in het midden (endopeptidasen) of op het einde (exopeptidasen) van de keten, tot enkel dipeptiden en vrije aminozuren overblijven. Dipeptiden worden gesplitst door dipeptidasen.

Eiwitten worden verteerd vanaf de maag. Waar koemelk vooral caseïne-eiwit bevat (een kleine molecule die slechts zeer kort in de maag verblijft, de dunne darm grotendeels onverteerd verlaat en daardoor gevaar loopt te 'rotten' in de dikke darm), is zeugenmelk vooral rijk aan niet-caseïne eiwitten.

Eiwitten die niet verteerd zijn in de dunne darm kunnen storende effecten hebben in de dikke darm. Bij onvolledige eiwitvertering ontstaan 'eiwitrottingsstoffen' met ongewenste gevolgen: histidine wordt bijvoorbeeld omgezet in histamine, lysine wordt omgezet in cadaverine. Deze omzetting gebeurt door decarboxylering (afsplitsing van een molecule koolstofdioxide), bijvoorbeeld door enzymen afkomstig van micro-organismen zoals *E. coli*.

Om dit te voorkomen kan men de voedertechniek of de voedersamenstelling aanpassen. Een aangepaste voedertechniek houdt bijvoorbeeld in dat voederbeurten verspreid zijn over de dag en uit kleine porties bestaan. Het koppelen van voederbeurten aan een geluidssignaal stimuleert het eetgedrag. Een gunstige voedersamenstelling houdt in dat gebruik wordt gemaakt van beter

oplosbare eiwitten (oplosbare soja, vismeel, bloedeiwit, plasma), van grondstoffen die een laag bufferend vermogen hebben (en dus de maag-pH niet neutraliseren) en eventueel van lactose (zodat lactobacillen kunnen bijdragen aan de zuurproductie)¹.

7.4.2 Vertering van vetten

Voor een goede vetvertering moeten de vetten samen met producten uit de lever vetdruppeltjes vormen. Lipase uit de pancreas breekt de vetten verder af en uiteindelijk worden met dezelfde leverproducten nog kleinere druppeltjes gevormd, de zogenaamde vetmicellen.

Biggen die vroeg gespeend zijn en/of kunstmatig opgefokt werden, kunnen vetten slechter benutten. In tegenstelling tot later gespeende biggen hebben deze biggen minder voederbeurten gehad, hebben ze kunstmelk met grotere vetpartikels opgenomen (en dus slechter oplosbaar en verteerbaar) en hebben ze langere en meer verzadigde vetzuren opgenomen. Bovendien hebben ze een kleinere enzymactiviteit (bijvoorbeeld minder pancreaslipase). Kunstmelk zou ook aanleiding geven tot slechtere micellenvorming.

De verteerbaarheid van vetten is omgekeerd evenredig met het smeltpunt: vetten met een smeltpunt boven de 50°C hebben een veel lagere verteerbaarheid. Oliën (met een laag smeltpunt) zijn dus gemakkelijker verteerbaar dan vast vet (met een hoger smeltpunt). Hoe langer de vetzuurketen (hoe meer C-atomen) en hoe verzadigder het vet, hoe hoger het smeltpunt en hoe slechter (lager) de verteringscoëfficiënt.

Goed verteerbare vetbronnen (verteringscoëfficiënt van 80-90%) zijn melkvet, kokosvet en palmpitvet. Reuzel is matig verteerbaar (70-78%). Rundsvet is slecht verteerbaar (35-65%), wat het ongeschikt maakt voor gebruik in biggenvoeding.

Het toevoegen van emulgatoren (bijvoorbeeld lecithine) aan de voeding kan de druppels vet verkleinen waardoor de verteerbaarheid verbetert.

7.4.3 Vertering van koolhydraten

Bij zuigende biggen is het enige koolhydraat lactose, dat door lactase in de dunne darm gesplitst wordt in glucose en galactose. In het voorste deel van de maag is er nog geen secretie, waardoor melkzuurbacteriën kunnen overleven en ze lactose omzetten naar melkzuur. Met toenemende leeftijd daalt de lactase activiteit en de locatie verschuift van de volledige dunne darm naar uitsluitend het begin van de dunne darm.

De groep koolhydraten bevat onder andere suikers, zetmeel en cellulose. Suikers variëren van gemakkelijk verteerbaar (glucose) tot bijna onverteerbaar (raffinose). Glucose, lactose en maltose zijn geschikt voor biggen. Niet geschikt zijn fructose, sucrose en raffinose. Vanaf een leeftijd van drie weken kan ook zetmeel in toenemende mate worden opgenomen, als gevolg van de toenemende amylase-activiteit. Extruderen (verhogen van druk en temperatuur door persen) van het voeder of van het graan waardoor het zetmeel ontsloten en dus beter verteerbaar wordt, is vooral bij jonge dieren belangrijk. Cellulose kan door gebrek aan cellulase niet enzymatisch worden verteerd. Toch is ruwe celstof bij éénmagigen bevorderlijk voor de darmbewegingen (en dus een betere menging van de spijsbrij met enzymen en dus een betere resorptie), voor een goede en stabiele darmflora, voor een goede mestconsistentie en voor het verwijderen van toxinen uit de darm samen met de mest. In de dikke darm wordt cellulose

¹ Onder voorbehoud van beperkingen met betrekking tot toegelaten grondstoffen opgelegd door lastenboeken.

samen met andere componenten van ruwe celstof fermentatief (door middel van micro-organismen) afgebroken tot vluchtige vetzuren, azijnzuur, propionzuur en boterzuur. Inname van ruwe celstof bevordert de ontwikkeling van deze micro-organismen. Bij oudere dieren kan dit proces een belangrijke bijdrage leveren aan de totale energievoorziening.

7.4.4 Vertering van mineralen

Verschillende factoren hebben een invloed op de resorptie (opname) of secretie van mineralen. Zo zal de opname van ruwe celstof de mineralenresorptie reduceren door binding en door een snellere passage. De chemische vorm van het aangeboden mineraal speelt een belangrijke rol. Anorganische mineralen (bijvoorbeeld koperoxide) worden moeilijk opgenomen. Organische mineralen zijn gebonden aan een organische molecule en zijn daardoor beter opneembaar in het geval van chelaten, aminozuurcomplexen. Een fytinebinding (in plantaardige voedermiddelen en fosfor) is ongunstig voor de opneembaarheid en vereist toevoeging van fytase. Verder zijn er zoals eerder aangehaald complexe interacties tussen mineralen onderling.

7.5 INVLOEDSFACTOREN OP DE VERTERING VAN NUTRIËNTEN

Factoren die de verteerbaarheid van nutriënten beïnvloeden zijn voedergebonden of diergebonden. Voedergebonden zijn onder andere de volgende factoren: de nutritionele waarde van het rantsoen (gehalte aan ruw eiwit, ruw vet, ruwe celstof, ...), de aan- of afwezigheid van antinutritionele factoren (van nature aanwezig in veel plantaardige grondstoffen), van contaminanten (niet van nature aanwezig, bijvoorbeeld PCB's en dioxines), van actieve stoffen (enzymen en andere), de bereidingswijze en vorm van het voeder (malen, extruderen, pelleteren, ...) en de toedieningswijze (hoeveelheid, vorm).

7.5.1 Nutriëntenbronnen in biggenvoeders

Een ideaal babybiggenvoeder is zo goed mogelijk afgestemd op de nutriëntenbehoefte van de biggen. Na spenen is een hoge energieopname nodig en dit vergt een hoge voederopname en een goede keuze van de energiebron.

Energiebron

De eerste 14 dagen na het spenen is een kritische periode wat voederopname betreft. De lactase-activiteit is maximaal en de amylase-activiteit neemt toe (Figuur 31). Lactose en (ontsloten) zetmeel zijn dus bruikbaar. De lipase-activiteit is laag, een teveel aan vetten zal dus de voederopname doen dalen. Lactose in babybiggenvoeding bevordert voederopname, groei en homogeniteit van de tomen, dit laatste omdat zwakke biggen er het meeste voordeel uit halen. Een groeivoorsprong blijft behouden tot 20 kg of mogelijk langer. Vóór spenen is de biest en de zeugenmelk de bron van lactose (respectievelijk 16% en 25% op droge stof basis). Melkproducten zijn de bron van lactose in een prestarter. Na het spenen is de lactose afkomstig van (magere) melkpoeder, gesproeidroogde weipoeders of technisch lactose. Dextrose blijkt minder efficiënt te zijn dan lactose.

Als zetmeelbron is er keuze tussen maïs, tarwe of gerst. Deze reeks gaat in dalende volgorde zowel wat smakelijkheid als wat energiegehalte betreft.

Eiwitbron

Eiwit is zowel een noodzaak als een gevaar: enerzijds een noodzakelijke bron van aminozuren maar anderzijds kan teveel eiwit leiden tot meer diarreegevallen. Teveel voedereiwit is bovendien niet alleen milieukundig ongewenst, maar het is ook een duur nutriënt. De uitdaging bestaat er dus uit enerzijds het RE-gehalte te beperken en toch voldoende aminozuren te voorzien. Een manier om dat te doen is voeders met een laag RE-gehalte aan te vullen met zuivere aminozuren, wat technisch kan, maar consequenties op het vlak van kostprijs kan hebben.

Minder goede eiwitbronnen voor biggen zijn diervormen, peulvruchten, zonnebloemschroot en andere eiwitrijke bijproducten.

////////////////////////////////////

gehalte aan ruw eiwit best beperkt wordt. Ook het gehalte aan mineralen (die een hoog zuurbindend vermogen hebben) wordt best laag gehouden. Het zuurbindend vermogen van een voeder wordt uitgedrukt in zuurbindende waarde (zbw) of het aantal mmol HCl dat nodig is om 100 g van dat voeder op een bepaalde pH te brengen (meestal pH 4, soms pH 3). Zo heeft ondermelk (afgeroomde melk) een zuurbindende waarde van 7,12 in verse vorm en van 66,4 in poedervorm. Tarwe en gerst hebben een zuurbindende waarde van 9 en 10, de zuurbindende waarde van sojaschroot is 50,7. Een mineralenmengsel heeft zelfs een zuurbindende waarde van 1260, dit maakt meteen duidelijk dat (een surplus aan) mineralen extra druk leggen op de vertering. Startvoeder voor gespeende biggen heeft een zuurbindende waarde van 30.

7.5.3 Voedervorm

De potentiële voordelen van korrels ten opzichte van meel zijn de betere verteerbaarheid, de mindere vermorsing en het lager stofgehalte. Nadelen zijn de prijs die aan de bewerking verbonden is, het verlies aan nutriënten zoals vitaminen en enzymen. Grondstoffen hebben door het persen en de thermische behandeling een hogere energie-inhoud. Voeder in korrelvorm geeft bij babybiggen een hogere dagelijkse groei vergeleken met meel op basis van dezelfde grondstoffen.

7.6 GEBRUIK VAN VOEDERADDITIEVEN ROND DE SPEENPERIODE

Spenen gaat, zoals eerder vermeld (0), met stress gepaard. De biggen nemen de eerste dagen na het spenen weinig voeder op en de verteringscapaciteit daalt. Dit heeft als gevolg dat de biggen gevoeliger zijn voor infecties. Bacteriën zoals *E. coli* (de voornaamste veroorzaker van speendiarree) kunnen makkelijker aanslaan en vermenigvuldigen in het maagdarmkanaal. Via het innemen van bepaalde additieven in het voeder probeert men de werking van het maagdarmkanaal te bevorderen, diarree te voorkomen en de prestaties van de biggen te verhogen. De exacte werkingsmechanismen van de additieven zijn niet altijd bekend. Evenals het resulteren in betere groeiprestaties, dat niet altijd éénduidig is bij de verschillende studies.

7.6.1 Probiotica

Probiotica zijn levende voederadditieven die kunnen bestaan uit een mengsel van bacteriën (bv. melkzuurbacteriën en *Bacillus* sporen) en gisten. Probiotica hebben als doel om schadelijke kiemen zoals *E. coli* te remmen en de ontwikkeling van gunstige micro-organismen (bv. melkzuurbacteriën) te stimuleren (competitieve exclusie). De barrièrefunctie van de darmwand tegen schadelijke kiemen wordt mogelijk ook ondersteund. De gunstige werking wordt niet in alle onderzoeksstudies bevestigd. Biggen zouden er direct na de geboorte voordeel uit kunnen halen bij het opbouwen van hun darmflora. Vanaf speenleeftijd lijkt het moeilijk te zijn om de gevormde darmflora nog te gaan beïnvloeden door middel van probiotica.

7.6.2 Prebiotica

Prebiotica zijn niet verteerbare voedingrediënten die een gunstige invloed kunnen hebben doordat ze de groei en/of activiteit van één of meerdere soorten gunstige bacteriën in de dunne en dikke darm bevorderen. Voorbeelden van prebiotica zijn mannaan-oligosacchariden (uit

7.6.3 Zinkoxide

7.6.4 Organische zuren en middellange keten vetzuren

7.6.5 Antistoffen: eipoeder en plasmapoeder

[illegible]

7.6.6 Verteringsenzymen

7.6.7 Essentiële oliën

////////////////////////////////////

8 VOEDING VAN VLEESVARKENS

8.1 HET BELANG VAN EEN GOEDE VOEDERCONVERSIE

De voederkost vertegenwoordigt voor de varkenshouder de grootste kostenpost (70 tot 80%) van de totale afzetkosten van een vleesvarken. Het is belangrijk om er op toe te zien dat deze voederkost optimaal wordt besteed. Het kengetal binnen de vleesvarkensproductie is dan ook de voederconversie. In onderstaande formule wordt weergegeven wat voederconversie inhoudt.

$$\text{Voederconversie} = \frac{\text{aantal kg voeder dat een vleesvarken opneemt}}{\text{kg groei of vleesproductie}}$$

In Vlaanderen ligt het gemiddelde van de voederconversie op 2,93 (Bron: Vlaamse bedrijfseconomische standaardwaarden varkenshouderij, 2013). Daar dit gemiddelde waarden zijn, ligt de voederconversie op sommige praktijkbedrijven een stuk lager of een stuk hoger. De laatste jaren blijft de gemiddelde voederconversie vrij stabiel.

Als de voederconversie van de vleesvarkens op een bedrijf door managementmaatregelen kan worden verlaagd van 2,93 naar 2,70, wordt een winst van 0,23 kg voeder/kg groei (= 2,93 - 2,70) behaald. Als deze winst wordt vermenigvuldigd met de gewichtsaanzet van een vleesvarken, wordt de voederwinst verkregen. Bijvoorbeeld 0,23 kg voeder/kg groei x 90 kg groei = 20,7 kg voeder. Met de gemiddelde voederprijs van 2009 tot 2012, nl. 242,6 euro/ton, komt dit neer op een bedrag van 5,02 euro/vleesvarken. Door de voederconversie te verlagen zonder het voeder zelf aan te passen, kan dus heel wat bespaard worden. Managementmaatregelen waardoor de voederconversie kan dalen zijn bijvoorbeeld: een gereduceerde voedervermorsing, een beter stalklimaat, een betere gezondheid en een betere genetica. In Tabel 51 wordt geïllustreerd dat een lage voederconversie nog belangrijker is bij hoge voederprijzen. Bij een voederprijs van 200 euro/ton, bedraagt het verschil in voederkosten 12,90 euro/vleesvarken als voederconversies van 2,3 en 3,0 worden vergeleken. Als het voeder 300 EUR/ton kost, zal het verschil oplopen tot 18,90 euro per vleesvarken.

Tabel 51 Effect van voederconversie en voederprijs op totale voederkost voor vleesvarkens tussen 20 en 110 kg.

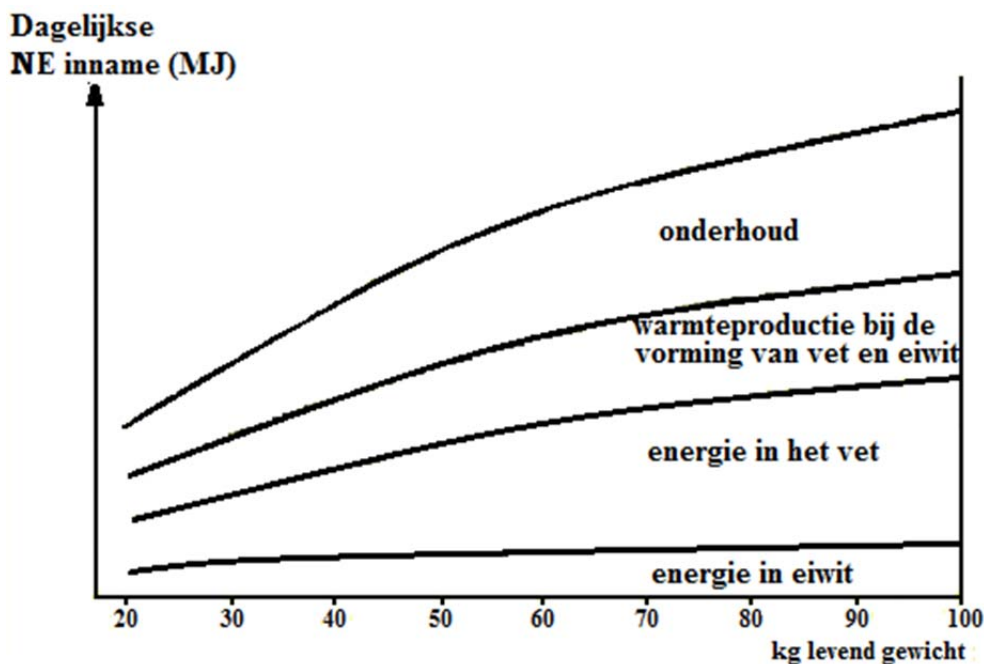
Voederprijs (euro/ton)	Voederconversie (kg/kg)								
		2,30	2,40	2,50	2,60	2,70	2,80	2,90	3,00
	200	41,1	43,2	45,0	46,8	48,6	50,4	52,2	54,0
	210	43,5	45,4	47,3	49,1	51,0	52,9	54,8	56,7
	220	45,5	47,5	49,5	51,5	53,5	55,4	57,4	59,4
	230	47,6	49,7	51,8	53,8	55,9	58,0	60,0	62,1
	240	49,7	51,8	54,0	56,2	58,3	60,5	62,6	64,8
	250	51,8	54,0	56,3	58,5	60,8	63,0	65,3	67,5
	260	53,8	56,2	58,5	60,8	63,2	65,5	67,9	70,2
	270	55,9	58,3	60,8	63,2	65,6	68,0	70,5	72,9
	280	58,0	60,5	63,0	65,5	68,0	70,6	73,1	75,6
	290	60,0	62,6	65,3	67,9	70,5	73,1	75,7	78,3
	300	62,1	64,8	67,5	70,2	72,9	75,6	78,3	81,0

Om een gunstige voederconversie te halen moet aan verschillende voorwaarden worden voldaan:

- ▶ De maximale eiwitaanzet (Pdmax) moet door de varkens worden benut
- ▶ De maximale groeisnelheid moet door de varkens worden gerealiseerd, zodat het energiegehalte voor onderhoud beperkt blijft
- ▶ De varkens moeten worden gehuisvest binnen hun thermische comfortzone en in rust zodat de dieren een minimum aan energie verbruiken om hun lichaamstemperatuur op peil te houden en voor activiteit
- ▶ Het voeder moet optimaal geconcentreerd zijn: het energiegehalte van het voeder moet voldoende hoog zijn en met een optimale eiwit/energie verhouding
- ▶ De varkens moeten gezond zijn (afwezigheid van ziekte).

8.1.1 De energiebehoefte van vleesvarkens

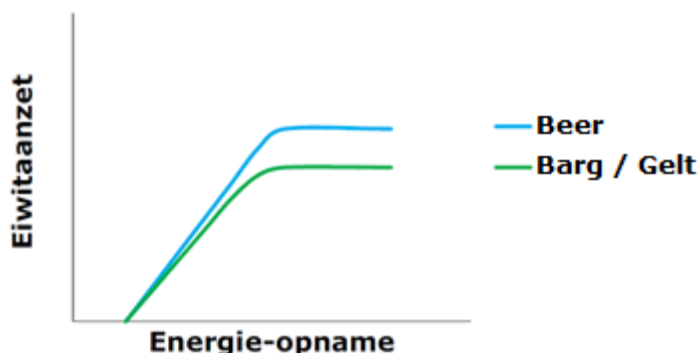
Varkens hebben energie nodig voor hun groei en onderhoud. De onderhoudsbehoefte neemt toe bij een stijgend lichaamsgewicht, zoals wordt geïllustreerd in Figuur 33. Onder de groei van een varken vallen zowel de aanzet van spieren, de aanzet van vet als de groei van de beenderen. Om spieren (vlees) op te bouwen zijn eiwitten nodig. Ook de samenstelling van het voedereiwit (aminozuren) is belangrijk. Hoe sneller een varken groeit, hoe lager het aandeel onderhoud wordt. Dit heeft een positief effect op de voederconversie.



Figuur 33 Samenstelling van de groei bij vleesvarkens (Bron: Dewilde, 1997)

Om vet aan te zetten is meer energie nodig dan om spieren aan te zetten. Voor de eiwitaanzet is een energiebehoefte van ± 31 kJ/g nodig, terwijl voor vetaanzet ± 37 kJ/g nodig is. Met een energiegehalte van 9400 kJ/kg kan 1 kg voeder leiden tot 303 g eiwitaanzet of 254 g vetaanzet. Eén gram eiwit zal bovendien $\pm 3,3$ g water binden wat neerkomt op 1419 g spieraanzet. Spieraanzet is dus efficiënter dan vetaanzet. Door het beperken van de vetaanzet bij de varkens, zal dus de voederconversie verbeteren (verlagen).

In Figuur 18 werd de maximale eiwitaanzetcapaciteit (P_{dmax}) voorgesteld. Als varkens meer groeien dan ze spieren kunnen aanzetten, gaan ze vervetten. Een gelt zit vrij dicht bij de P_{dmax} , wat wil zeggen dat een gelt het opgenomen voeder bijna volledig in spiergroei kan omzetten. Bargaen zullen daarentegen meer voeder opnemen dan ze kunnen omzetten in spiereiwit en vervetten. Bargaen zullen het snelst beperkt moeten worden in hun voederopname. Wanneer varkens vervetten stijgt de voederconversie. Bargaen kunnen meer spiereiwit aanzetten en hebben dus een hogere P_{dmax} in vergelijking met bargaen (Figuur 34). Gelten vertonen in Figuur 34 een vergelijkbaar patroon als de bargaen. Immunocastraten zijn tot de tweede vaccinatie vergelijkbaar met bargaen, maar na de tweede vaccinatie zullen ze zich meer als bargaen (mogelijk met een lagere aminozuurbehoefte dan bargaen) gedragen. In de praktijk zijn echter geen instrumenten beschikbaar om de P_{dmax} van vleesvarkens te bepalen, waardoor het niet mogelijk is om deze parameter te meten.



Figuur 34 De maximale eiwitaanzetcapaciteit (Pdmax) van beren en baren

8.1.2 Factoren die de voederconversie beïnvloeden

Verschillende factoren hebben een invloed op de voederconversie: de genetica van zeug en beer, het geslacht van de dieren, het slachtgewicht, maar zeker ook de voedersamenstelling. Het juiste voeder samenstellen is specialistenwerk. Toch is het als varkenshouder belangrijk om een goed inzicht te hebben in de verschillende factoren die de voederconversie beïnvloeden.

8.1.2.1 Genetica

Door het gebruik van een Piétrainbeer hebben Vlaamse vleesvarkens een hoog mager vlees aandeel. Dit brengt enkele voordelen met zich mee. Ten eerste is het vlees meer waard dan het vet. Ten tweede kost het minder energie om een kilogram vlees dan om een kilogram vet aan te zetten (8.1.1). Een varken moet minder energie (dus voeder) opnemen om 1 kg vlees aan te zetten in vergelijking met 1 kg vet. Om vlees aan te zetten heeft een dier eiwitten nodig, in het bijzonder hebben varkens nood aan aminozuren, de bouwstenen van eiwit. Niet enkel de hoeveelheid aminozuren is van belang, maar vooral de verteerbaarheid en het profiel van de aminozuren. Lysine is het eerst limiterende aminozuur. Zolang het optimale aminozuurgehalte in het voeder niet is bereikt, daalt de voederconversie met een verhoging van het lysinegehalte in het voeder.

8.1.2.2 Voeder

De invloed van het voeder op de voederconversie is afhankelijk van de samenstelling en de vorm. Wat de voedersamenstelling betreft zijn er verschillende factoren die een invloed hebben, namelijk energie, eiwit, mineralen en vezels. Voornamelijk het energie- en eiwit(aminozuur)gehalte van het voeder bepalen de voederconversie. Maar ook de voedervorm (pellets versus meel) heeft een invloed op de voederconversie.

Of een dier dat beperkt wordt gevoederd een betere voederconversie heeft dan een dier dat *ad libitum* wordt gevoederd hangt af van de mate van beperking. Een te schrale voeding van een dier verhoogt de voederconversie omdat het potentieel (spieraanzet) niet optimaal wordt benut. De varkens kunnen onvoldoende spierweefsel aanzetten of zullen zelfs gewicht verliezen. Ook wanneer een dier te veel wordt gevoederd, zal de voederconversie verhogen. Deze dieren gaan vervetten.

8.1.2.2.1 Aminozuurgehalte

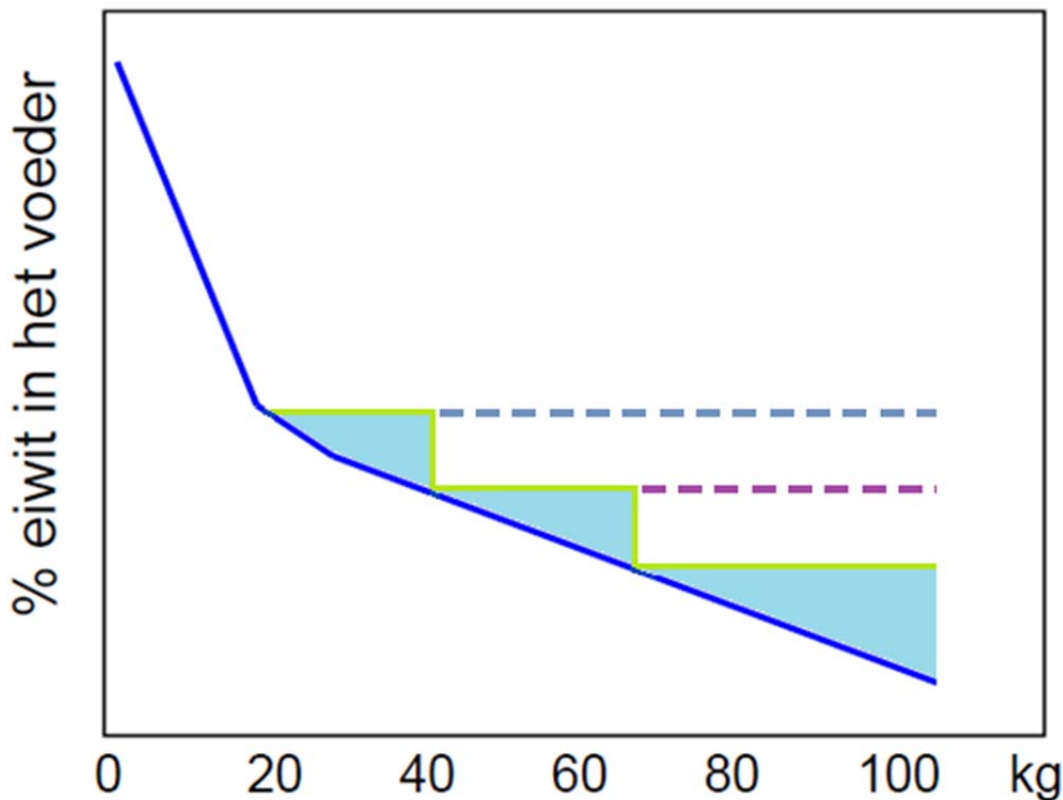
Aminozuren zijn erg belangrijk voor de spieropbouw en zijn in beperkte mate nodig voor onderhoud. Wanneer het voeder te weinig aminozuren bevat, kan geen spierweefsel worden opgebouwd. De energie zal dan gebruikt worden voor vetaanzet, waardoor de voederconversie verhoogt. Wanneer er te veel aminozuren in het voeder zitten, wordt de voederopname onderdrukt wat een negatief effect heeft op de voederconversie.

Naast de hoeveelheid aminozuren in het voeder zijn de verteerbaarheid (schijnbaar ileaal verteerbaar aminozuurgehalte) en het profiel van de aminozuren van belang (2.1). Lysine is het eerste limiterende aminozuur. Daarom worden aminozuren uitgedrukt in verhouding tot lysine. Als aan de lysinebehoefte wordt voldaan, voldoen de andere aminozuren ook. In de meeste proeven naar de optimale eiwitbehoefte wordt onderzoek verricht naar het optimale lysine-niveau. Bij het uitdrukken van de lysine behoeften van de verschillende geslachten (gelten, beren, baren en immunocastraten) worden de behoeften van gelten als het referentiepunt beschouwd (Tabel 52).

Tabel 52 Aanbevolen gestandaardiseerd ileaal verteerbaar voeder lysine gehalte bij driefasevoeding (ten opzichte van gelten) (Bron: Dunshea *et al.*, 2013)

	Lichaamsgewicht (kg)		
	25-50	50-95	95-125
Gelten	100	100	100
Baren	100	94	94
Beren	105	108	114
Immunocastraten	105	108	94

In de loop van de vleesvarkensfase veranderen het lichaamsgewicht, de voederopname en de capaciteit van de dieren om spieren aan te zetten. De dagelijkse behoefte aan energie (onderhoudsbehoefte) en aan aminozuren (spieropbouw) neemt toe met een stijgend lichaamsgewicht en spieraanzet. De varkens zullen echter meer voeder opnemen, waardoor de aminozuurbehoefte per kg voeder daalt (Figuur 35). Het principe van [meerfasevoeding](#) (zie ook brochure '[Meerfasenvoeding bij vleesvarkens](#)') is gebaseerd op een verlaging van de nutriënten (aminozuur)inhoud van het voeder in functie van de behoefte van de dieren. Zo kan een goedkoper voeder worden geproduceerd met een lagere stikstofuitstoot. In de figuur stelt de volle blauwe lijn de eiwitbehoefte per kg voeder voor. De groene lijn stelt het eiwitgehalte in het voeder voor in het geval van drie fasen. De blauw gekleurde vakjes vertegenwoordigen de overmaat aan eiwit bij driefasevoeding. De blauwe stippellijn geeft aan hoeveel groter de overmaat zou zijn geweest bij slechts één fase. De paarse stippellijn is het equivalent bij twee fasen in vergelijking met drie fasen.



Figuur 35 (Meer)fasevoeding bij vleesvarkens

Tweefasevoeding

In een tweefasesysteem mag het eiwit- en aminozuurgehalte in het voeder nooit lager zijn dan de behoefte van de jongste dieren van de desbetreffende fase, respectievelijk de behoefte van een big van 25 kg voor de eerste fase (25-45 kg) en van een vleesvarken van 45 kg voor de tweede fase (45-110 kg).

Driefasevoeding

Om het eiwitgehalte in het rantsoen verder te verlagen moet er een derde voeder opgenomen worden in het voederschema. Bij driefasevoeding krijgen de vleesvarkens op een gewicht van ongeveer 70 kg een nieuw afmestvoeder dat uiteraard samengesteld is volgens de behoeftenormen en het opnamevermogen van een vleesvarken van 70 kg. Door het invoeren van een tweede afmestvoeder (derde fase), kan een deel van het overtollige aanbod van eiwit en/of aminozuren weggenomen worden. Het invoeren van deze derde fase leidt niet tot een vermindering van de zoötechnische prestaties van de dieren.

Multifasevoeding

Bij multifasevoeding wordt gedurende de mestperiode de samenstelling van het rantsoen wekelijks aangepast aan de behoefte van de dieren. Bij multifasevoeding wordt een eiwitrijk voeder met een eiwitarm voeder gemengd in steeds wisselende verhoudingen, zodanig dat de combinatie van beide voeders voldoet aan de actuele behoefte van de vleesvarkens in de desbetreffende leeftijdsgroep. Zoals eerder vermeld verhoogt de dagelijkse behoefte aan aminozuren naarmate de dieren ouder worden. Maar op een bepaald moment, wanneer de varkens beginnen te vervetten, zullen ze minder spieren opbouwen en zal de dagelijkse behoefte aan aminozuren niet langer stijgen.

Een dier dat beperkt wordt gevoerd heeft normaal gezien een hogere aminozuurbehoefte per kg voeder dan een dier dat *ad libitum* wordt gevoerd. De aminozuurbehoefte van de varkens wordt niet alleen bepaald door de leeftijd, maar ook door het geslacht en door de genetica. Deze zaken zijn gekoppeld aan de eiwitaanzetcapaciteit en de voederopname.

8.1.2.2.2 De energie-inhoud

Als de energie-inhoud in het voeder wordt verhoogd (meer geconcentreerd voeder), verbetert de voederconversie. Door de voedersamenstelling aan te passen kan dus een betere voederconversie worden verkregen. Een voederconversie van 3,00 met een voeder van 9 MJ zal overeenkomen met een voederconversie van 2,81 met een voeder van 9,6 MJ (waar iets meer vetten en koolhydraten in het voeder zitten). Tussen de energie-inhoud en de voederconversie bestaat een vrij lineair verband. Algemeen kan worden gesteld dat bij het verhogen van het energiegehalte van het voeder met 10%, de voederconversie met ongeveer 10% zal dalen als er voldoende aminozuren ter beschikking zijn. De energie-inhoud van het voeder zal eveneens een effect op de voederopname hebben. Als het energiegehalte in het voeder stijgt en de voederopname blijft gelijk, zal de voederconversie dalen. Varkenshouders zullen moeten afwegen of de stijging van de voederprijs, die gepaard gaat met de verhoging van de energie-inhoud, opweegt tegen de winst die kan worden gemaakt.

8.1.2.2.3 Voedervorm

Daarnaast speelt ook de voedervorm een rol in de voederconversie. Het pelletteren verbetert de voederconversie met 4 tot 5% door een betere vertering van de nutriënten en minder vermorsing. Door extrusie en pelletteren wordt namelijk de structuur van het voeder verkleind, waardoor de verteringsenzymen gemakkelijker kunnen inwerken. De processen zoals extruderen en/of pelletteren kosten echter energie en tijd, waardoor het voeder duurder zal zijn. Bij hogere grondstofprijzen is het mogelijk sneller verantwoord om korrels (pellets) in plaats van meel te bestellen. De kost van het pelletteren zal immers relatief minder doorwegen op de voederkost. Bij voeders met een fijnere structuur is het risico op maagzweren groter.

8.1.2.3 Geslacht

Het geslacht (gelt, beer, barg of immunocastraat) beïnvloedt de voederconversie. Daarnaast heeft het traject binnen de vleesvarkensfase een invloed. Als *ad libitum* gevoederde vleesvarkens van een verschillend geslacht worden gerangschikt volgens hun aminozuurbehoefte op 50 kg, zal de barg de laagste aminozuurbehoefte hebben, gevolgd door de gelt. De aminozuurbehoefte van immunocastraten en beren zal op 50 kg nog gelijk zijn of hoger liggen dan bij barga en gelta. Bij een gewicht van 100 kg zal de aminozuurbehoefte voor de geslachten anders liggen. Op 100

Als enkel naar de voederconversie wordt gekeken en de dieren worden gerangschikt volgens optimaal slachtgewicht zal de barg eerst moeten geslacht worden (hoogste vetaanzet), dan de immunocastraat en vervolgens de gelt en de beer.

Tabel 53 Invloed van het geslacht op de groeiprestaties tussen 20 en 130 kg lichaamsgewicht (Bron: o. a. Nutriënt requirements of swine, plus eigen berekening*)

	Gelten	Bargen	Beren
Voederopname + vermorsing (kg/dag)	2,177	2,343	2,100
NE inname (kcal/dag)*	4778	5142	4608
Dagelijkse groei (g/dag)	819	857	841
Eiwitaanzet (g/dag)	132	130	143
Vetaanzet (g/dag)	234	277	207
Voederconversie	2,66	2,73	2,50
Spekdiktemeting bij slachtgewicht (mm)	17,5	20,9	14,3

Bergen

Omdat varkens op hokniveau worden gevoederd is voederen naar behoefte enkel mogelijk bij gescheiden afmest. Afhankelijk van de mogelijkheden op het bedrijf, zoals de voederinstallatie, kan er worden ingespeeld op de omschakelmomenten van voeder, de hoeveelheid voeder en de keuze van het voeder. Door de baren sneller om te schakelen op een eiwitarmere voeder (bijvoorbeeld de volgende fase bij meerfasevoeding) of door de voederhoeveelheid te beperken kan een voederwinst worden gerealiseerd. Een andere mogelijkheid is het verstrekken van een voeder dat speciaal voor baren is ontwikkeld. Dit voeder is nog armer aan aminozuren. Enkele minpunten van gescheiden afmesten zijn het extra werk bij de opleg, het mengen van tomen en mogelijk een lagere voederopname door de gelten.

Gelten

Zoals hierboven wordt weergegeven, hebben baren en gelten verschillende voederbehoefes. Wanneer baren te aminozuurrijk voeder krijgen aangeboden, zijn dit eigenlijk onnodige kosten (aangezien dit wordt omgezet in vet). Daarentegen is het verstrekken van minder aminozuurrijk voeder aan gelten een onvolledige benutting van het potentieel, wat eigenlijk ook hogere kosten (langere afmestperiode) met zich mee brengt. Ook gelten en baren hebben verschillende voederbehoefes, maar de vraag rijst of het voedertecnisch interessant is om gescheiden af te mesten.

Beren

Beren eten minder dan baren, waardoor ze trager groeien. Beren zetten echter meer spieren (hogere PD max) aan dan baren en gelten, waardoor ze een lagere voederconversie hebben. Wanneer een beer evenveel zou eten als een barg zou de voederconversie van de beer nog steeds lager zijn. Doordat beren minder eten en een hogere P_{dmax} hebben dan baren, hebben ze een hogere dagelijkse behoefte aan aminozuren per kg voeder. De beren kunnen namelijk de aminozuren uit het voeder optimaal benutten.

Immunocastraten

Tot de tweede vaccinatie is een immunocastraat vergelijkbaar met een beer. Na de tweede vaccinatie hebben immunocastraten mogelijk een lagere aminozuurbehoefte dan baren, waardoor ze idealiter anders worden gevoederd dan baren. Ook immunocastraten en gelten hebben verschillende voederbehoefes.

8.1.2.4 Slachtgewicht

Bij vleesvarkens stijgt de dagelijkse behoefte aan energie met het toenemende gewicht tussen opzet en slachten. Dit is te wijten aan de stijgende onderhoudsbehoefte van de vleesvarkens. Met een stijgend gewicht neemt niet alleen de onderhoudsbehoefte toe, maar ook de vetaanzet bij de varkens. De vetaanzet is afhankelijk van de genetica, van het geslacht en van de voederopname van de varkens. De voederconversie zal toenemen bij een stijgende onderhoudsbehoefte en bij een stijgende vetaanzet.

Het optimale slachtgewicht wordt onder andere bepaald door: de voederconversie, de voederprijs, de karkaskwaliteit, de varkensprijs, de milieukosten en bedrijfsafhankelijke factoren (onder andere de genetica, het geslacht en de gezondheidsstatus).

9 BEGRIPPENLIJST

Absorberen	Voedingsmiddelen opnemen doorheen de darmwand
<i>Ad Libitum</i>	Onbeperkte voeding, het dier kan kiezen hoeveel en wanneer het eet
ADF	Acid detergent fibre, niet-oplosbare fractie in een zure detergent
ADP	Adenosinedifosfaat
Agalactie	Afwezigheid van melkproductie bij de zeug
Aminozuur	Bouwsteen van een eiwit
Aminozuurprofiel	Specifieke verhouding van aminozuren bij de opbouw van een eiwit
Amylase	Zetmeel afbrekend enzym
Antinutritionele factor	Element in het rantsoen dat de opname van andere stoffen remt
Anti-oxidanten	Bieden bescherming tegen vrije radicalen en beschermen op die manier de cellen
ATP	Adenosinetrifosfaat, een energiebron op celniveau
Bacteriën	Eencelligen staan onder meer in voor de vertering in de darm. Bacteriën kunnen ook ziektes veroorzaken
Barg	Gecastreerde beer
Basaal metabolisme	De stofwisseling die vereist is om genoeg energie aan te leveren voor de ademhaling, groei (huid, haar, beenderen), spijsvertering enz
Beer	Mannelijk varken
Bruto energie (BE)	De maximale energie die uit een voedermiddel of grondstof door verbranding kan worden verkregen
Bulkrijk voeder	Voeder rijk aan ballaststoffen zoals vezels, worden gebruikt in <i>ad libitum</i> voeder
Caecum	Blinde darm
Calorie (cal)	Oude eenheid waarin energie werd uitgedrukt (energie nodig om 1 gram water 1 °C te verwarmen), 1cal = 4,184 J
Caseïne	Melkeiwit
CCM	Corn Cob Mix, mengsel van korrel en spil van de maïskolf
Cellulose	Polysaccharide uit plantencellen, geeft stevigheid aan de plant
Colon	Dikke darm
Constipatie	Het gevolg van een te trage darmtransit, dit uit zich in harde droge of zelfs afwezige mest
Correlatie	Lineaire samenhang, als A stijgt betekent dit dat B ook stijgt
Darmflora	Het geheel van (vooral) bacteriën in het maag-darmpakket

////////////////////////////////////

10 FIGURENLIJST

Figuur 1 Varkensgebit (Bron: presentatie Geert Janssens, lessenreeks voeding 2013)	5
Figuur 2 Schema van het spijsverteringsstelsel (Bron: naar http://www.studyblue.com/notes/note/n/gi-tract/deck/5490374)	7
Figuur 3 Fracties uit de Weende-analyse	9
Figuur 4 Structuur van een aminozuur	10
Figuur 5 Aminozuurprofielen van een aantal voedereiwitbronnen vergeleken met deze van lichaamseiwwitten bij het varken	11
Figuur 6 Limiterend aminozuur: voorbeeld (Bron: presentatie Geert Janssens, lessenreeks voeding 2013)	12
Figuur 7 Het Liebig-vat (Bron: ajinomoto Eurolysine s.a.s)	12
Figuur 8 Schema van de eiwitvertering	14
Figuur 9 Uitgescheiden stikstof in functie van het stikstofaandeel in het voeder	15
Figuur 10 Ileale verteerbaarheidsmaatstaven	16
Figuur 11 Indeling van de koolhydraten	
Figuur 12 Indeling van de vetten	20
Figuur 13 Mineraleninteractiediagram (Bron: Ensminger <i>et al.</i> , 1983)	23
Figuur 14 Energieproductie in de cellen op basis van lichaamsreserves en voederopname	27
Figuur 15 Verteerbaarheid van voedermiddelen in functie van het aandeel ruwe celstof (bron: presentatie Geert Janssen, lessenreeks voeding 2013)	30
Figuur 16 Thermogeen effect van voederopname (Bron: presentatie Geert Janssen lessenreeks voeding 2013)	31
Figuur 17 Schema van de voederenergie	32
Figuur 18 De maximale eiwitaanzetcapaciteit (Pdmax)	34
Figuur 19 Variatie in het ruw vet- en eiwitgehalte in functie van het oliebereidingsproces	44
Figuur 20 Bijproducten van de droge zetmeelbereiding (Bron: presentatie Dirk Fremaut, lessenreeks voeding 2013)	48
Figuur 21 Afnemende meeropbrengst	56
Figuur 22 De basis energiebehoefte van drachtige zeugen	66
Figuur 23 Energiecorrecties op de basis energiebehoefte bij drachtige zeugen	68
Figuur 24 Visuele conditiescores (1-5) die worden gebruikt om de conditie van de zeugen te bepalen (Bron: Brochure 'Omschakelen naar groepshuisvesting bij zeugen', 2003)	70
Figuur 25 Dwarsdoorsnede van de achterhand van twee zeugen (Bron: presentatie An Cools, lessenreeks voeding 2013)	71
Figuur 26 Effect van de conditie van de zeug op moment van werpen op de voederopname tijdens de lactatie (Bron: naar Revell <i>et al.</i> , 1998, enkel hoog-eiwitvoeder weergegeven)	72
Figuur 27 Energiemetabolisme (Bron: naar Cools An., 2013)	74
Figuur 28 Voorbeeld van een voederschema van zeugen (Bron: presentatie An Cools, lessenreeks voeding, 2013)	78
Figuur 29 Mestscores (Bron: archief vakblad Varkensbedrijf)	79
Figuur 30 Invloed van speenstress op latere prestaties van de biggen	86
Figuur 31 Enzymactiviteit in functie van de leeftijd (Bron: naar Fremaut Dirk)	87
Figuur 32 Immunitet in functie van de leeftijd (Bron: naar Sieverding, 2000)	88
Figuur 33 Samenstelling van de groei bij vleesvarkens (Bron: Dewilde, 1997)	97
Figuur 34 De maximale eiwitaanzetcapaciteit (Pdmax) van beren en baren	98
Figuur 35 (Meer)fasevoeding bij vleesvarkens	100

////////////////////////////////////

11 TABELLENLIJST

Tabel 1 Essentiële nutriënten voor varkens	8
Tabel 2 Aanbevolen verhouding van essentiële aminozuren in relatie tot lysine (= 1,00), in gestandaardiseerde ileale verteerbaarheid (SID) (Bron: Mc Donald <i>et al.</i> , Animal Nutrition 7th edition)	17
Tabel 3 Functies en gebreksverschijnselen van mineralen en sporenelementen bij varkens (Bron: Handboek varkenshouderij)	21
Tabel 4 Functies en gebreksverschijnselen van vitaminen bij varkens (Bron: Handboek varkenshouderij)	24
Tabel 5 Energetisch rendement van enkele energiebronnen (Bron: presentatie Geert Janssen, lessenreeks voeding 2013)	28
Tabel 6 Verbrandingswarmte (bruto energie) van enkele voedercomponenten en –middelen, weefsels en fermentatieproducten (Bron: presentatie Geert Janssen, lessenreeks voeding 2013)	29
Tabel 7 Waterbehoefte en debiet van de drinknippel (Bron: Brede, 2006)	35
Tabel 8 Samenstelling van de granen (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)	37
Tabel 9 Kenmerken en samenstelling van tarwe (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)	37
Tabel 10 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van tarwe in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)	38
Tabel 11 Kenmerken en samenstelling van gerst (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)	38
Tabel 12 Maximale aanbevolen inmengingspercentages van gerst in varkensvoeder (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)	39
Tabel 13 Kenmerken en samenstelling van triticale (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)	39
Tabel 14 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van triticale in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)	40
Tabel 15 Kenmerken en samenstelling van maïs (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)	40
Tabel 16 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van maïs in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)	41
Tabel 17 Samenstelling van peulvruchten (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)	41
Tabel 18 Kenmerken en samenstelling van erwten (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)	42
Tabel 19 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van erwten in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)	42
Tabel 20 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van sojabonen in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)	43
Tabel 21 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van lijnzaadschilfers in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)	43
Tabel 22 Kenmerken en samenstelling van een type sojaschroot (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)	45
Tabel 23 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van sojaschroot in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)	45
Tabel 24 Kenmerken en samenstelling van zonnebloemschroot (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)	46
Tabel 25 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van zonnebloemschroot in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)	46
Tabel 26 Kenmerken en samenstelling van koolzaadschroot (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)	46
Tabel 27 Aanbevolen maximale inmengingspercentages van koolzaadschroot in varkensvoerders (Bron: presentatie Dirk Fremaut lessenreeks voeding 2013)	47
Tabel 28 Kenmerken en samenstelling van koolzaadschilfers (Bron: CVB Veevoedertabel, 2011)	47

////////////////////////////////////

Brede W., 2006. Produktions- und Bauberatung, Fax Info, HVL Alsfeld.

Mavromichalis I., 2006. Applied Nutrition for young pigs. CABI, Wallingford, UK.

Cools A., 2013. PhD dissertation The periparturient sow: a challenge for nutrition; Ghent University.

Cools A., 2013. Presentatie 'Voeding en vruchtbaarheid' tijdens de cursussenreeks 'Voeding in de varkenshouderij'.

Cools A., 2011. Optimaal voederen van opfokgelten voor langlevende productiezeug. Varkensbedrijf 10, p. 30-31.

Cools A., 2010. Houd energiebehoefte dragende zeug op peil. Varkensbedrijf 1, p. 22-23.

De Smet S., Relaes K., Millet S., 2014. Gescheiden afmesten kan de moeite waard zijn. *Management en Techniek* 12, 41-43.

Dunshea, F.R., Allisson J.R.D., Bertram M., Boler D.D., Brossard L., Campbell R., Crane J.P., Hennessy D.P., Huber L., de Lange C., Ferguson N., Matzat P., McKeith F., Moraes P.J.U., Mullan B.P., Noblet J., Quinniou N., Tokach M., 2013. The effect of immunization against GnRF on nutrient requirements of male pigs: a review. *Animal* 7 (11), 1769-1778.

Fremaut D., 2013. Presentatie 'De voeding van biggen van geboorte tot batterijperiode' tijdens de cursussenreeks 'Voeding in de varkenshouderij'.

Fremaut D., 2013. Presentatie 'Voeding van varkens op bedrijfsniveau' tijdens de cursussenreeks 'Voeding in de varkenshouderij'.

Janssens G., 2013. Presentatie 'Algemene inleiding tot de varkensvoeding' tijdens de cursussenreeks 'Voeding in de varkenshouderij'.

Kim J.C., Hansen C.F., Mullan B.P., Pluske J.R., 2012. Nutrition and pathology of weaner pigs: nutritional strategies to support barrier function in the gastrointestinal tract. *Animal Feed Science and Technology* 173, 3-16. Knarreborg A., Miquel N., Granli T., Jensen B.B., 2002. Establishment and application of an in vitro methodology to study the effects of organic acids on coliform and lactic acid bacteria in the proximal part of the gastrointestinal tract of piglets. *Animal Feed Science and Technology* 99, 131-140.

Lallès J-P., Bosi P., Smidt H., Stokes C.R., 2007. Nutritional management of gut health in pigs around weaning. *Proceedings of the Nutrition Society* 66, 260-268.

Lee Russel McDowell. Minerals in animal and human nutrition second edition (2003). Elsevier Science B.V. The Boulevard, Langford Lane, Kidlington, Oxford OX5 1GB, UK.

////////////////////////////////////

