

# Meerfasenvoeding voor vleesvarkens



## COLOFON

Deze brochure is beschikbaar via de partners (zie p. 2) en te raadplegen via [www.varkensloket.be](http://www.varkensloket.be)

Vormgeving: Katrijn Ingels

Tekst: Katrijn Ingels, Dirk Fremaut, Luc Martens

Leescomité: Norbert Vettenburg, Suzy Van Gansbeke, Tom Van den Bogaert, Sam Millet

Foto's: PVL Bocholt

Gedrukt door: University Press - Zelzate

Versie: januari 2014

## Dank aan

De auteurs danken iedereen die een bijdrage heeft geleverd door het aanleveren van teksten, foto's of gegevens. Wij danken de Europese Unie en het Departement Landbouw en Visserij van de Vlaamse Overheid voor de financiële ondersteuning.



Alle rechten voorbehouden. Niets uit deze uitgave mag worden vermenigvuldigd, opgeslagen in een geautomatiseerd gegevensbestand, en/of openbaar gemaakt, in enige vorm of op enige wijze, hetzij elektronisch, mechanisch, door fotokopieën, opnamen of op enige manier zonder voorafgaande schriftelijke toestemming van de auteurs.

Dit project is gerealiseerd door:

UGent

Valentin Vaerwyckweg 1

9000 Gent



Groep Dier&Welzijn

KULeuven/Thomas More

Kleinhoefstraat 4

2440 Geel



PVL Bocholt

Kaulillerweg 3

3950 Bocholt



ILVO dier

Scheldeweg 68

9090 Melle



## INHOUDSTAFEL

|  |    |
|--|----|
| Colofon .....  | 1  |
| Inhoudstafel .....   | 3  |
| Lijst met afkortingen .....  | 5  |
| Inleiding .....  | 6  |
| Nutriëntenbehoeften van vleesvarkens.....                                    | 7  |
| Energie .....  | 8  |
| Energiebehoeften.....  | 10 |
| Eiwit en aminozuren.....   | 14 |
| Schijnbare en gestandaardiseerde ileale verteerbaarheid van aminozuren ..... | 15 |
| Eiwit- en aminozuurbehoeften.....  | 16 |
| Invloedsfactoren.....  | 24 |
| Dierfactoren .....   | 24 |
| Voedingsfactoren .....   | 28 |
| Omgevingsfactoren .....  | 29 |
| Meerfasenvoeding .....   | 30 |
| Algemeen.....  | 30 |
| Tweefasenvoeding .....   | 31 |
| Driefasenvoeding .....   | 32 |
| Multifasenvoeding.....   | 33 |
| Multifasenvoeding in vergelijking met tweefasenvoeding .....                 | 33 |
| Multifasenvoeding in vergelijking met driefasenvoeding .....                 | 34 |
| Demoproef meerfasenvoeding op basis van zelfgeteelde eiwitbronnen .....      | 35 |
| Proefopzet .....   | 35 |
| Dieren .....   | 35 |
| Voeding.....   | 35 |
| Verloop van de proef.....  | 38 |

|  |    |
|--|----|
| Resultaten .....                                     | 40 |
| Zootechnische parameters.....                        | 40 |
| Slachtkwaliteit .....                                | 44 |
| Rendabiliteit .....                                  | 45 |
| Invloed op de stikstofuitscheiding.....              | 46 |
| Invloed op de hoeveelheid benodigd sojaschroot ..... | 47 |
| Conclusie .....                                      | 49 |
| Nuttige bronnen .....                                | 50 |

## LIJST MET AFKORTINGEN

|                   |                                |
|-------------------|--------------------------------|
| 2F                | Tweefasenvoeding               |
| 3F                | Driefasenvoeding               |
| 5F                | Vijffasenvoeding               |
| Arg               | Arginine                       |
| BE                | Bruto energie                  |
| EW                | Energiewaarde                  |
| His               | Histidine                      |
| Ile               | Isoleucine                     |
| Leu               | Leucine                        |
| LG                | Lichaamsgewicht                |
| LKT               | Laagste kritische temperatuur  |
| Lys               | Lysine                         |
| MBIc              | Meat building index corrected  |
| ME                | Metaboliseerbare energie       |
| Met               | Methionine                     |
| MF                | Multifasenvoeding              |
| NE                | Netto energie                  |
| NEv               | Netto energie voor vetaanzet   |
| Pd                | Proteïne depositie             |
| Pd <sub>max</sub> | Maximale eiwitaanzetcapaciteit |
| Phe               | Fenylalanine                   |
| Thr               | Threonine                      |
| Trp               | Tryptofaan                     |
| Val               | Valine                         |
| VC                | Voederconversie                |
| VE                | Verteerbare energie            |
| VO                | Voederopname                   |

## INLEIDING

Stikstofuitscheiding in de veehouderij staat de laatste tijd sterk in de belangstelling vanwege de strengere bemestingsnormen en de impact van stikstof op het milieu. Hierdoor is er meer interesse in meerfasenvoeding als strategie om de hoeveelheid stikstof in het voeder en het milieu te beperken. De behoeften van vleesvarkens veranderen namelijk in functie van de leeftijd en het productiestadium. Door het toepassen van meerfasenvoeding kan men bovendien het voeder beter afstemmen op de behoeften en kan men zorgen voor een reductie van de voederkostprijs. Het voeder maakt bij de productie van vleesvarkens 60 tot 90% uit van de variabele kosten. Doordat de behoefte aan eiwit daalt naarmate de dieren ouder worden, kan de benodigde hoeveelheid sojaschroot gereduceerd worden. Dit kan bijdragen aan een reductie van de hoeveelheid soja die moet geïmporteerd worden (zie brochure alternatieve eiwitbronnen in de varkensvoeding).

Het doel van het demonstratieproject 'Precisievoeding van vleesvarkens: meerfasenvoeding op basis van zelfgeteelde eiwitbronnen' was aantonen dat de combinatie van alternatieve eiwitbronnen en meerfasenvoeding aanleiding kan geven tot een hoger aandeel eigen geteelde eiwitrijke voedermiddelen en een lagere eiwitinput bij de productie van varkensvlees. Dit resulteert dan in een reductie van de afhankelijkheid van de soja-import in Vlaanderen en een reductie van de voederkostprijs en stikstofuitstoot.

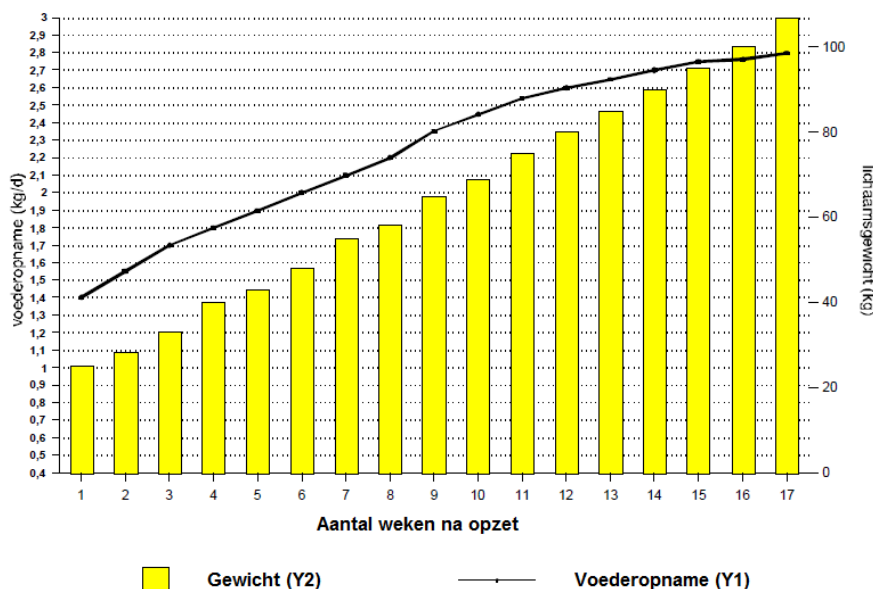
In deze brochure vindt u beschrijvingen van energie- en eiwitbehoeften van vleesvarkens, van meerfasenvoeding en van de proef die in het kader van het project werd uitgevoerd.



## NUTRIËNTENBEHOEFTE VAN VLEESVARKENS

Elk dier heeft nood aan energie, aminozuren, mineralen, vitaminen en water. In de eerste plaats om in leven te blijven, daarnaast ook om te groeien, nakomelingen voort te brengen en melk te produceren. De nutriëntenbehoeften zijn geen constante waarden bij groeiende of producerende dieren. Deze behoeften worden beïnvloed door factoren die gerelateerd zijn aan het dier (genetica, leeftijd, gewicht en geslacht), het voeder (nutriëntensamenstelling, smakelijkheid en antinutritionele factoren) en de omgeving (temperatuur en beschikbare ruimte). In functie van de leeftijd en het productiestadium evolueren de dagelijkse voederbehoeften van een vleesvarken. De samenstelling van een rantsoen is een combinatie van de dagelijkse behoefte voor groei en onderhoud en van de hoeveelheid voeder die wordt opgenomen.

Bij pasgespeende biggen stijgt de voederopname (VO) lineair na het spenen, met uitzondering van de eerste 24 uur na het spenen waarbij geen of slechts zeer weinig voeder wordt opgenomen. In het begin neemt de voederopnamecapaciteit van groeiende vleesvarkens relatief snel toe (zie figuur 1). De opnamecapaciteit neemt sneller toe dan de behoefte aan nutriënten.



figuur 1: Evolutie van het lichaamsgewicht en de dagelijkse voederopname bij groeiende vleesvarkens (Fremaut et al., 2003)

Bij de nutriëntenbehoeften van vleesvarkens moet men een onderscheid maken tussen de behoefte voor onderhoud en groei. De onderhoudsbehoefte is wat een dier nodig heeft voor zijn lichaamsfuncties en de gemiddelde activiteit. Deze behoefte neemt toe bij stijgend lichaamsgewicht (LG) (zie figuur 4). De behoefte voor groei wordt bepaald door de aanzet van spieren en vet en de groei van beenderen. Hoe sneller een varken groeit, hoe lager het aandeel onderhoud wordt in de totale behoefte. Bij fokzeugen moet men daarnaast ook nog rekening houden met de behoefte voor dracht en lactatie.



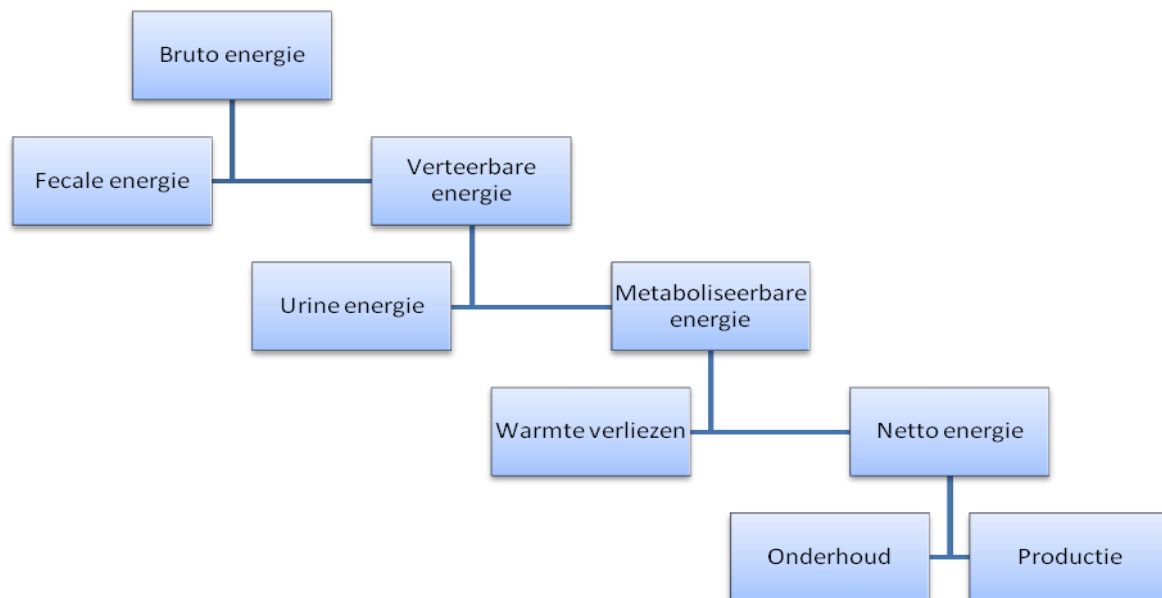
## ENERGIE <sup>1</sup>

Bij de benutting 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 voermiddel 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.

Niet alle opgenomen energie wordt ook effectief benut, een deel van de energie gaat verloren met de feces. Het aandeel dat NIET met de feces wordt uitgescheiden is per definitie de verteerbare energie. Verteerbare energie (VE) is dus bruto energie min fecale energie (figuur 2).



**Figuur 2: Schema van de voederenergie (Van Gansbeke Suzy)**

Metaboliseerbare energie (ME) is de energie die bruikbaar is voor onderhoud en productie van het dier. Het is de energie die overblijft voor het metabolisme van het dier. Het is het deel van de verteerbare energie dat overblijft nadat een deel van de energie verloren is gegaan via de urine (figuur 2). Daarnaast is de ME afhankelijk van de hoeveelheid stikstof die in het lichaam wordt vastgelegd (N-retentie) door het dier.

---

<sup>1</sup> Tekst gedeeltelijk overgenomen uit de brochure Varkensvoeding, in druk

Formule voor metaboliseerbare energie:

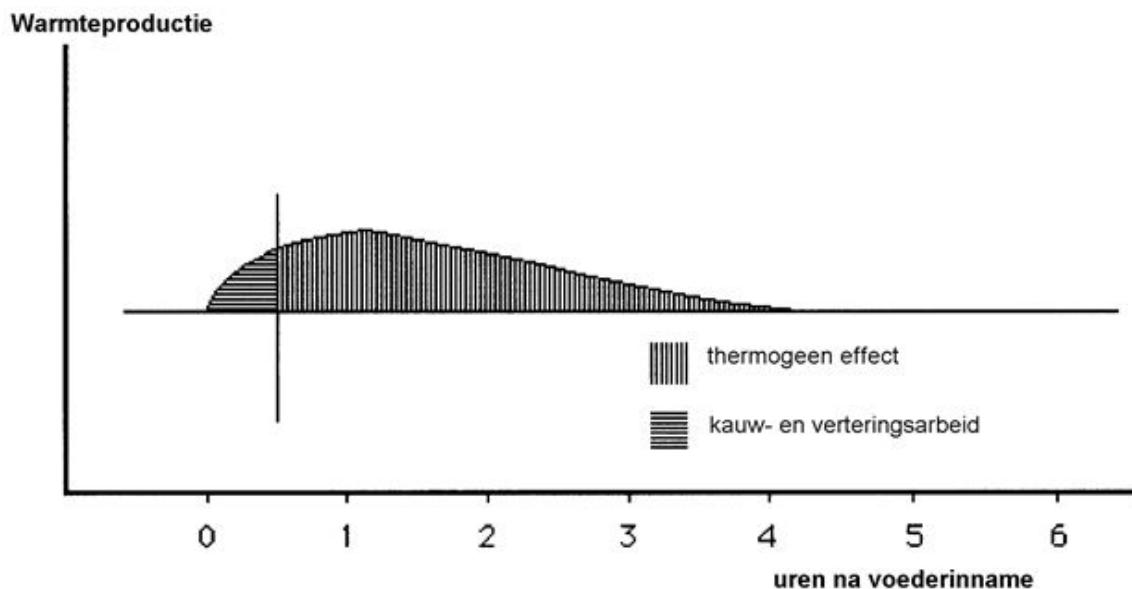
$$ME = VE - E_{urine} - (k * N_{geretineerd})$$

met k = constante, varieert per diersoort

$E_{urine}$  = energie in de urine

$N_{geretineerd}$  = hoeveelheid geretineerde N (g)

Netto energie (NE) is de energie die beschikbaar is voor de productie en onderhoud van het dier. Bij eiwit- en vetaanzet komt er warmte vrij en gaat er een deel van de metaboliseerbare energie verloren. De netto energie is hetgeen wat overblijft van de metaboliseerbare energie nadat er energie verloren is gegaan via de warmteproductie (figuur 2). De warmteverliezen nemen na de voederopname eerst toe en dalen daarna weer, dit wordt geïllustreerd in figuur 3. Onmiddellijk na de opname van het voeder 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.



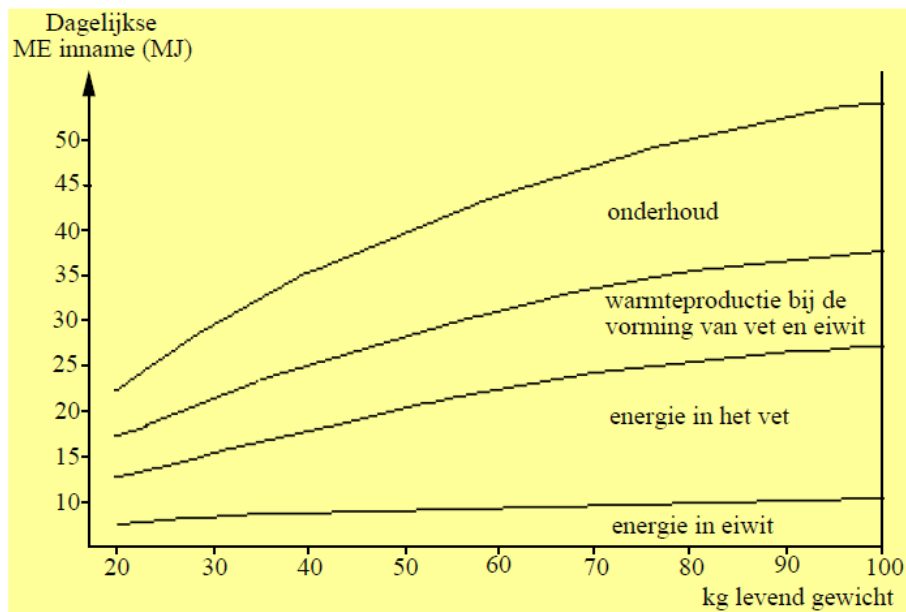
Figuur 3: Thermogeen effect van voederopname (Janssens Geert, Lessenreeks voeding 2013)

De omzetting van metaboliseerbare energie naar netto energie gebeurt met een efficiëntie van 0,66 tot 0,75. De NE-inhoud van een voeder wordt uitgedrukt als energiewaarde (EW). De energie in een voedermiddel wordt uitgedrukt in kcal of MJ netto energie varken (NEv). 1 EW komt overeen met 8,8 MJ NEv. Gerst heeft bijvoorbeeld een NE-waarde van 9,2 MJ of een EW-waarde van 1,05. Granen die energierijker zijn dan gerst hebben een hogere EW-waarde, zoals maïs met een EW-waarde van 1,21.

## ENERGIEBEHOEFTE

De totale energiebehoefte van vleesvarkens is de som van de behoefte voor onderhoud en groei.

In figuur 4 wordt de samenstelling van de groei bij vleesvarkens op basis van de dagelijkse energie-inname weergegeven. In deze figuur is te zien dat een deel van de opgenomen energie wordt gebruikt voor onderhoud, voor de aanzet van eiwit- en vet en voor de warmte die geproduceerd wordt bij de vorming van vet en eiwit.



**Figuur 4: Samenstelling van de groei bij vleesvarkens (Janssens Geert, Lessenreeks voeding 2013)**

De energiebehoefte worden voornamelijk uitgedrukt in NE en ME. Wanneer men de energiebehoefte voor groei uitdrukt in metaboliseerbare energie moet men rekening houden met de efficiëntie waarmee ME energie wordt omgezet in NE. Dit is volgens het CVB (tabellenboek veevoeding van het Productschap Diervoeder) 0,75 voor vetweefsel en 0,45 voor eiwit. De lagere efficiëntie voor eiwit is te verklaren doordat de essentiële aminozuren uit de voeding worden herschikt, samen met de niet-essentiële aminozuren tot eigen weefseleiwitten. Bij vetweefsel worden de triglyceriden uit het voeder gedeponereerd in het lichaamsvet en gebeurt er geen herschikking.

## ONDERHOUD

---

Energiebehoefte worden uitgedrukt op basis van het metabool lichaamsgewicht, dit is het lichaamsgewicht tot de 0,75e macht ( $LG^{0,75}$ ).

De gemiddelde behoefte aan netto energie kan berekend worden aan de hand van de volgende formule:

$$\text{NE-behoefte (kJ)} = 419 \text{ kJ/dag} \times LG^{0,75} \times 0,7$$

De onderhoudsbehoefte stijgt met toenemend lichaamsgewicht. Maar ook de activiteit van de varkens en de omgevingstemperatuur hebben een invloed op de onderhoudsbehoefte. De onderhoudsbehoefte geldt namelijk binnen de thermische comfortzone. Deze zone wordt bepaald door de warmteproductie van de dieren, welke functie is van de hoeveelheid voeder die wordt opgenomen, de groeisnelheid en de samenstelling van de groei (vetaanzet gebeurt efficiënter, dus is er minder warmteproductie). Hoe meer warmteproductie, hoe lager de waarde van de laagste kritische temperatuur (LKT) ligt. Deze LKT varieert met het gewicht van het varken en het voederniveau, bij een hoger voederniveau is de LKT lager. Wanneer de dieren het te koud hebben, hebben ze een extra voederbehoefte voor warmteproductie. Per °C onder de laagste kritische temperatuur heeft het dier ongeveer 1,25 g voeder/kg  $LG^{0,75}$  of 0,011 MJ NE/kg  $LG^{0,75}$  extra nodig. Het dier zal dus extra warmte produceren, ten nadele van de vetsynthese maar de eiwitsynthese blijft doorgaan. Wanneer de verhouding vetsynthese/eiwitsynthese onder de 1 valt, kan de eiwitsynthese ook in het gedrang komen.

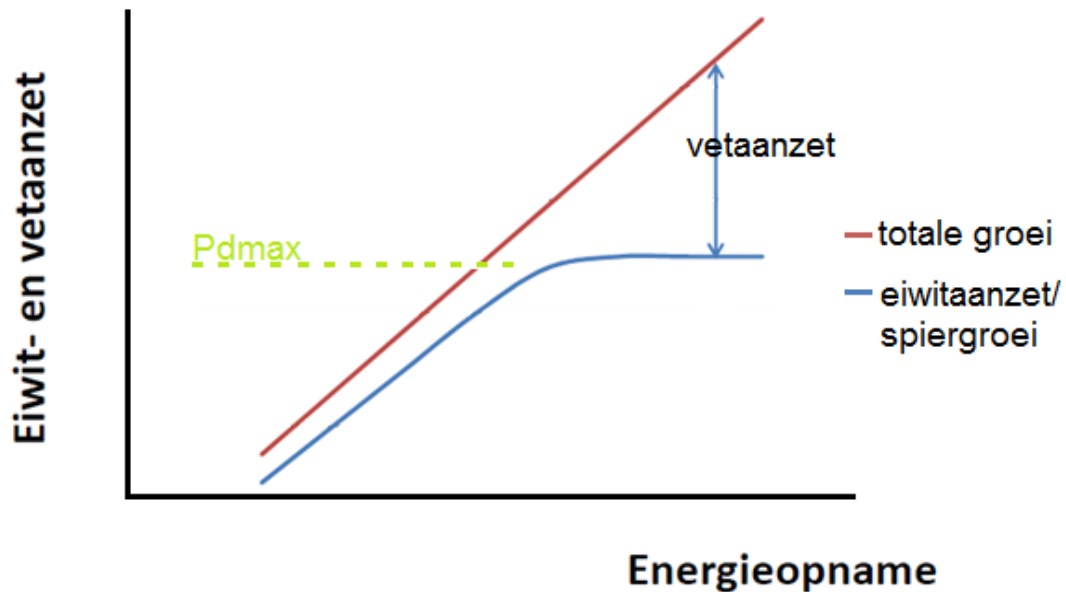
## GROEI

---

De dagelijkse energiebehoefte van een groeiend varken hangt af van de omgeving waar het varken zich in bevindt (temperatuur, stress en infectiedruk), van de vet en eiwitaanzet per kg groei en de efficiëntie waarmee de metabole energie wordt omgezet naar vet- en eiwitaanzet. Deze hangen af van het gewicht, het geslacht en het ras van de dieren.

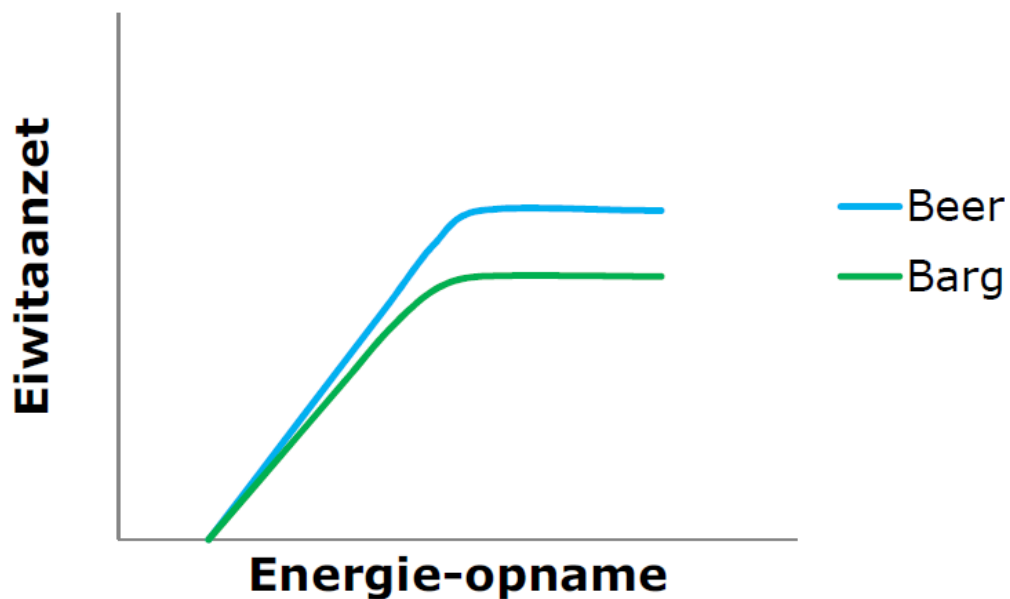
Bij groeiende dieren wordt de opgenomen energie hoofdzakelijk aangewend voor eiwit- en vetaanzet. De samenstelling van de gewichtstoename (vlees/vet verhouding) is variabel. De eiwitaanzet wordt uitgedrukt als proteïne depositie ( $P_d$ ). Een belangrijk begrip hierbij is de maximale eiwitaanzetcapaciteit ( $P_{d_{max}}$ ). In figuur 5 zijn de eiwitaanzet of spiergroei en de totale groei uitgezet in functie van de dagelijkse energieopname. Aanvankelijk vertonen de curven, bij lage energieopname en dus bij lagere gewichten/leeftijden, een gelijkaardig verloop. Bij een lage voederopname wordt de eiwitaanzet gelimiteerd door de te geringe opname van energie en aminozuren. Als de voederopname stijgt, zal zowel de magervleesaanzet als de gewichtsgroei lineair stijgen. Op een bepaald punt bereikt de curve van de eiwitaanzet een maximum ( $P_{d_{max}}$ ), dit weerspiegelt de genetische capaciteit van het dier voor spieraanzet. De meeste dieren bereiken tussen 65 en 80 kg hun maximale eiwitaanzetcapaciteit. Een hogere opname zal geen hogere spieraanzet meer tot gevolg hebben maar de totale groei neemt hier wel nog steeds toe. Het verschil tussen de totale groei en eiwitaanzet is de vetaanzet. Deze zal sneller toenemen boven de  $P_{d_{max}}$  dan onder de  $P_{d_{max}}$ . Om vervetting te voorkomen beperkt men best de energieopname zodanig dat de

$Pd_{max}$  niet bereikt wordt. De  $Pd_{max}$  wordt enkel gerealiseerd als een varken gedurende de gehele afmestfase een rantsoen krijgt met een voldoende hoog aanbod aan energie en aminozuren.



Figuur 5: De maximale eiwitaanzetcapaciteit ( $Pd_{max}$ ) (Millet Sam, Lessenreeks voeding 2013)

De maximale eiwitaanzetcapaciteit is genetisch bepaald, maar wordt ook beïnvloed door het geslacht. Zo kan een gelt de opgenomen energie uit het voeder bijna volledig in spiergroei omzetten. Bargaen zullen meer energie opnemen dan ze kunnen omzetten in spiereiwit en gaan vervetten, deze dieren zouden dan ook het snelst beperkt moeten worden in hun voederopname. Beren hebben een hogere capaciteit om spiereiwit aan te zetten en hebben dus een hogere  $Pd_{max}$  in vergelijking met bargaen (figuur 6).



Figuur 6: De maximale eiwitcapaciteit ( $Pd_{max}$ ) van beren en bargaen (Millet Sam, 2010)

Vetweefsel bevat meer energie dan spierweefsel (zie figuur 4). Er is dus ook meer energie nodig om vetweefsel aan te zetten dan voor de aanzet van spierweefsel (eiwit). Een varken heeft een energiebehoefte (NEv) van  $\pm 31$  kJ/g voor eiwitaanzet, en een behoefte van  $\pm 37$  kJ/g voor vetaanzet. Bij een energiegehalte van 9,4 MJ/kg kan 1 kg voeder leiden tot 303 g eiwitaanzet of 254 g vetaanzet. Bij eiwitaanzet wordt er ook water vastgelegd, 1 g eiwit kan ongeveer 3,3 g water binden. De gemiddelde energiekost per kg eiwit- of vetaanzet ligt in dezelfde grootteorde. Maar 1 kg mager spierweefsel bevat slechts 20-23% eiwit terwijl 1 kg vetweefsel 80-85% vet bevat. De energiekosten voor de productie van spierweefsel zijn dus aanzienlijk lager dan voor vetweefsel.



## EIWIT EN AMINOZUREN

Een varken heeft een behoefte aan eiwit, meer bepaald aan de bouwstenen van het eiwit, de aminozuren. De eiwitbehoefte van een vleesvarken wordt dan ook beter uitgedrukt in aminozuurbehoefte. Hiervoor is de samenstelling van het voedereiwit belangrijk. De aminozuurbehoefte worden bepaald door de leeftijd, geslacht, genetica, eiwitaanzetcapaciteit, enz.

Eiwit wordt in het varken opgebouwd uit twintig aminozuren. Negen van deze aminozuren kunnen niet gesynthetiseerd worden door het varken zelf en moeten opgenomen worden via het voeder. Ze worden essentiële aminozuren genoemd. Deze aminozuren moeten in de gepaste verhouding met de voeding aangevoerd worden. Het gaat om de volgende aminozuren: lysine (lys), methionine (met), threonine (thr), tryptofaan (trp), isoleucine (ile), leucine (leu), histidine (his), fenylalanine (phe) en valine (val). Arginine (arg) is enkel essentieel voor varkens onder de 20 kg aangezien bij jonge dieren de synthese niet voldoende is om aan de behoeften te voldoen.

Bij vleesvarkens speelt tryptofaan een belangrijke rol bij de groei aangezien dit AZ een belangrijk bestanddeel is van eiwit in het lichaam. Wanneer de voorziening aan tryptofaan beperkt wordt, kan dit negatieve effecten hebben op de groeiprestaties doordat tryptofaan een rol speelt bij de regulatie van de voederopname. Bij een tekort aan tryptofaan heeft dit vaak een verminderde dagelijkse voederopname en dagelijkse groei tot gevolg.

De aminozuren valine, leucine en isoleucine zijn drie ketengebonden aminozuren. Deze drie AZ beïnvloeden elkaar dan ook. Valine is een essentieel aminozuur voor depositie van eiwit in het lichaam en groei. Een tekort aan valine heeft een invloed op het gebruik van andere essentiële aminozuren en dus ook op de groei. De behoefte aan isoleucine wordt beïnvloed door het al dan niet aanwezig zijn van bloedcellen (hemoglobinepoeder) in het rantsoen. Indien dit aanwezig is in het voeder, dan stijgt de behoefte aan isoleucine.

Cystine (cys) en tyrosine (tyr) zijn semi-essentiële aminozuren. Deze AZ kunnen wel door het dier zelf aangemaakt worden maar hiervoor zijn de essentiële aminozuren methionine en fenylalanine nodig. Zo kan fenylalanine omgezet worden naar tyrosine door hydroxylering, door een enzym dat wordt geactiveerd door fenylalanine zelf. Een tekort aan de semi-essentiële aminozuren kan optreden bij onvoldoende voorziening van methionine of fenylalanine. De behoefte aan de semi-essentiële aminozuren wordt meestal uitgedrukt als de som van beide aminozuren (met+cys en phe+tyr).

## SCHIJNBARE EN GESTANDAARDISEERDE ILEALE VERTEERBAARHEID VAN AMINOZUREN

De aminozuren in voeders zijn niet volledig beschikbaar voor het dier. De verteerbaarheid van de aminozuren verschilt van grondstof tot grondstof. En kan ook beïnvloed worden door bijvoorbeeld de aanwezigheid van antinutritionele factoren. Voeders worden dan ook geformuleerd op basis van verteerbare aminozuren, hierbij maakt men een onderscheid tussen de schijnbare darmverteerbaarheid en gestandaardiseerde darmverteerbaarheid. Bij de schijnbare (sch.) darmverteerbare (dv.) of ileaal verteerbare AZ of eiwit wordt enkel rekening gehouden met de AZ (eiwit) uit het voeder die beschikbaar komen in de dunne darm of ileum (= totale AZ – onverteerde AZ op het einde van de dunne darm). De omzettingen en productie van AZ en eiwit door de dikke darmflora leveren voor het varken weinig op en worden dus genegeerd. De schijnbare verteerbaarheid slaat op het feit dat de onverteerde AZ op het einde van het ileum niet alleen afkomstig zijn van het voeder maar ook van endogeen eiwit. Endogeen eiwit is afkomstig van afschilferingen van darmepitheel, verteringsenzymen en speeksel. Het kan opgesplitst worden in voederafhankelijk endogeen eiwit dat functie is van de aard van het voeder en voederonafhankelijk endogeen eiwit dat afhankelijk is van de droge stofopname.

$$\text{Schijnbare darmverteerbaarheid (AZ) \%} = \frac{AZ_{\text{opg}} - AZ_{\text{ile}}}{AZ_{\text{opg}}} \times 100$$

Waarbij:  $AZ_{\text{opg}}$  = opname van aminozuren via het voeder;  $AZ_{\text{ile}}$  = AZ in de darminhoud op het einde van het ileum

Bij de gestandaardiseerde (gest.) darmverteerbaarheid (dv.) wordt de endogene voederonafhankelijke eiwit(AZ)fractie bepaald en wordt de verteerbaarheid hiervoor gecorrigeerd. Behoeften die uitgedrukt worden voor schijnbare verteerbaarheid zijn hierdoor lager dan deze voor gestandaardiseerde verteerbaarheid.

$$\text{Gestandaardiseerde darmverteerbaarheid (AZ) \%} = \frac{AZ_{\text{opg}} - (AZ_{\text{ile}} - AZ_{\text{endo, vo.onafh}})}{AZ_{\text{opg}}} \times 100$$

Waarbij:  $AZ_{\text{endo vo. onafh}}$ , = de endogene voederonafhankelijke AZ-fractie.

De aminozuurbehoeften van vleesvarkens worden voornamelijk uitgedrukt onder de vorm van schijnbare darmverteerbaarheid. Gestandaardiseerde darmverteerbaarheid wordt tot op heden minder gebruikt.



Net zoals bij de energiebehoefte heeft een vleesvarken een aminozuurbehoefte voor onderhoud en voor groei, deze behoeften veranderen voortdurend. Voor onderhoud is de behoefte redelijk beperkt, deze behoefte komt voort uit verliezen van eiwit via darmweefsel die gecompenseerd moeten worden. Voor spieropbouw zijn aminozuren erg belangrijk, indien het voeder te weinig aminozuren bevat of een ongebalanceerde aminozuursamenstelling heeft, dan kan geen spierweefsel worden opgebouwd. De energie wordt dan gebruikt voor vetaanzet, wat zorgt voor een hogere voederconversie.

De aminozuurbehoefte worden relatief uitgedrukt ten opzichte van lysine, het eerste limiterende aminozuur. Hierbij wordt uitgegaan van een optimaal voedingspatroon dat overeenkomt met de behoeften van de dieren, dit wordt het 'ideale eiwit' genoemd. Het ideale eiwit is een eiwit met de perfecte verhouding tussen de essentiële aminozuren nodig voor groei en onderhoud en met een eiwitprofiel waarin ieder essentieel AZ en de som van alle niet-essentiële AZ even limiterend is.

De optimale aminozuurbalans voor vleesvarkens verandert met toename van het lichaamsgewicht. De behoefte aan darmverteerbaar lysine per kg voeder daalt naarmate de dieren ouder en zwaarder worden omdat de dieren meer voeder opnemen en omdat de energiebehoefte stijgt. De benodigde relatieve verhoudingen van de essentiële aminozuren tegenover lysine veranderen ook wanneer de varkens zwaarder worden. Zo stijgt de relatieve verhouding van threonine tegenover lysine, dalen de relatieve verhoudingen van tryptofaan en valine tegenover lysine en blijven de relatieve verhoudingen van de overige aminozuren tegenover lysine gelijk naarmate de dieren ouder worden.

Het vergelijken van verschillende studies over de aminozuurbehoefte is moeilijk doordat in het buitenland vaak gebruik wordt gemaakt van andere varkensrassen of -types. Daarnaast wordt in al deze studies ook gebruik gemaakt van verschillende ruw eiwitgehalten (RE), verschillende voeders en verschillende verteerbaarheid van de aminozuren, wat zorgt voor een grote variatie. In 2005 werd in België een onderzoek uitgevoerd naar de aminozuurbehoefte bij vleesvarkens (Piétrain x hybride). De bekomen resultaten zijn behoeften voor optimale zoötechnische prestaties, zonder rekening te houden met het economisch en ecologisch optimum.

Voor de weergave van de behoeften is het traject van big tot vleesvarken opgesplitst in verschillende fasen: 8-25 kg (4-10 weken), 25-45 kg (10-15 weken), 40-70 kg (13-18 weken) en 70-110 kg (18-26 weken).

---

### BIGGEN VAN 8-25 KG

In onderstaande tabel vindt men verschillende waarden terug voor de lysinebehoefte van dieren van 8-25 kg (bargen en zeugen samen). In de Belgische studie vond men een hogere behoefte aan lysine dan in de overige studies, ondanks de gelijkaardige energieniveaus. De verklaring hiervoor zou zijn dat onze biggen een verhoogde behoefte aan essentiële en niet-essentiële aminozuren hebben omdat het potentieel voor mager vleesaanzet hoger is dan voor vettere genotypen. Daarnaast is de voederopname beperkt waardoor een meer geconcentreerd voeder nodig is.

**Tabel 1: Lysinebehoefte voor biggen (8-25 kg) uitgedrukt in schijnbare darmverteerbare lysine (sch.dv. lys) of gestandaardiseerde darmverteerbare lysine (gest. dv. lys) op basis van de dagelijkse groei (DG) of op basis van de voederconversie (VC) (Warnants et al., 2005)**

| Auteur                       | Bereik        | Eenheid       | Behoeft (%) | Energie-inhoud (kcal/kg) |
|------------------------------|---------------|---------------|-------------|--------------------------|
| <b>Orffa, 1994</b>           | 7-10 kg       | sch. dv. lys  | 1,10        | 2415 NEv                 |
|                              | 10-25 kg      | sch. dv. lys  | 1,00        | 2310 Nev                 |
| <b>CVB, 1996</b>             | 8-25 kg       | sch. dv. lys  | 1,00        | 2310 Nev                 |
| <b>Degussa, 1997</b>         | <10 kg        | sch. dv. lys  | 1,15        | 3150 ME                  |
|                              | 10-19 kg      | sch. dv. lys  | 0,98        | 3150 ME                  |
| <b>AWT, 1998</b>             | 7-20kg        | sch. dv. lys  | 1,19        | 3180 ME                  |
| <b>RADAR, 1998</b>           | 6-10 weken    | sch. dv. lys  | 0,98        | 2350 NEv                 |
| <b>NRC, 1998</b>             | 15 kg         | gest. dv. lys | 1,01        | 3215 ME                  |
|                              | (gem. 8-21kg) | sch. dv. lys  | 0,94        | 3215 ME                  |
| <b>Warnants et al., 2005</b> | 8-21kg        | sch. dv. lys  | 1,15 (DG)   | 2300 NEv                 |
|                              | 4-10weken     | gest. dv. lys | 1,17 (VC)   | of 3215 ME               |
|                              |               |               | 1,23 (DG)   |                          |
|                              |               |               | 1,26 (VC)   |                          |

NRC (National Research Council) (2012) heeft de totale lysinebehoefte voor vleesvarkens geschat op basis van empirisch of proefondervindelijk onderzoek. Zo is NRC gekomen tot een totale lysinebehoefte van 1,70% voor biggen van 5-7kg; 1,53% voor biggen van 7-11 kg en 1,40% voor biggen van 11-25 kg.

De behoefte aan de overige essentiële aminozuren wordt uitgedrukt als het ideale eiwit. In het ideale eiwit worden de ideale ratio's weergegeven voor de totale behoefte van een bepaald aminozuur. Deze totale behoefte is de som van de behoefte voor onderhoud en productie. Doordat er verschillen zijn in de behoefte voor onderhoud en productie, stijgt voor sommige aminozuren de ratio relatief tegenover lysine bij toename van het lichaamsgewicht. Dit komt doordat de relatieve behoefte voor onderhoud belangrijker wordt dan de behoefte voor groei naarmate de dieren ouder worden.

In tabel 2 is het ideale eiwit weergegeven voor dieren van 8 tot 25 kg.

**Tabel 2: Ideaal eiwit voor varkens van 8 tot 25 kg uitgedrukt in % van lys in gestandaardiseerde verteerbaarheid (Standardised Ileal Digestible, SID) en schijnbare verteerbaarheid (darmverteerbare AZ varkens = Apparent Ileal Digestible, AID) (Orffa,2013)**

| Aminozuren | SID | Darmverteerbare AZ varkens |
|------------|-----|----------------------------|
| Lys        | 100 | 100                        |
| Met + Cys  | 60  | 59                         |
| Thr        | 65  | 62                         |
| Trp        | 22  | 21.5                       |
| Val        | 70  | 68                         |
| Ile        | 53  | 51                         |
| Leu        | 100 | 99                         |
| His        | 32  | 31                         |
| Phe + Tyr  | 95  | 93                         |

#### JONGE GROEIENDE VLEESVARKENS VAN 25-45 KG

---

In tabel 3 wordt de lysinebehoefte voor jonge groeiende varkens van 25 tot 45 kg volgens verschillende bronnen weergegeven. Uit deze tabel kunnen we afleiden dat de lysinebehoefte van Warnants et al. (2005) hoger zijn dan in de andere studies, met uitzondering van deze van NRC. De hogere behoeften kunnen verklaard worden doordat dieren met een hoog potentieel voor mager vleesaanzet een beperkte opnamecapaciteit hebben en dus nood hebben aan een meer geconcentreerd voeder. De gelijkaardige resultaten bij Warnants et al. (2005) en NRC (1998) kunnen verklaard worden doordat het NRC-model rekening houdt met een aantal belangrijke parameters zoals de mager vleesaanzet van het dier, energie-inhoud van het voeder, gewicht, geslacht, plaats per dier en temperatuur in de stal.

**Tabel 3: Lysinebehoefte voor jonge groeiende varkens (20-45 kg) uitgedrukt in schijnbare darmverteerbare lysine (sch.dv. lys) of gestandaardiseerde darmverteerbare lysine (gest. dv. lys) op basis van de dagelijkse groei (DG) of op basis van de voederconversie (VC) (Warnants et al., 2005)**

| Auteur                                       | Bereik                   | Eenheid       | Behoefte (%)      | Energie-inhoud (kcal/kg) |
|--|--------------------------|---------------|-------------------|--------------------------|
| <b>Orffa, 1994</b>                           | 24-45 kg                 | sch. dv. lys  | 0,90              | 2100 NEv                 |
| <b>CVB, 1996</b>                             | 25-45kg                  | sch. dv. lys  | 0,90              | 2268 NEv                 |
| <b>Degussa, 1997</b>                         | 20-30 kg                 | sch. dv. lys  | 0,89              | 3150 ME                  |
|  | 31-55 kg                 | sch. dv. lys  | 0,76              | 3100 ME                  |
| <b>De Schrijver &amp; Vande Ginste, 1998</b> | 20-40 kg                 | sch. dv. lys  | 0,96              | 2100 NEv                 |
|  |                          | gest. dv. lys | 1,00              |                          |
| <b>AWT, 1998</b>                             | 25-40 kg<br>11-14 weken  | sch. dv. lys  | 0,89              | 3150 ME                  |
| <b>NRC, 1998</b>                             | 35 kg<br>(gem. 30-50 kg) | sch. dv. lys  | 0,93 (barg)       | 3200 ME                  |
|  |                          |               | 1,06 (gelt)       |                          |
|  |                          | gest. dv. lys | 1,00 (barg)       |                          |
|  |                          |               | 1,13 (gelt)       |                          |
| <b>Warnants et al., 2005</b>                 | 30-50 kg<br>10-15 weken  | sch. dv. lys  | 1,05 (barg) (DG)  | 2250 NEv<br>of 3200 ME   |
|  |                          |               | 1,02 (barg) (VC)  |                          |
|  |                          |               | >1,03 (gelt) (DG) |                          |
|  |                          |               | 1,10 (gelt) (VC)  |                          |
|  |                          | gest. dv. lys | 1,09 (barg) (DG)  |                          |
|  |                          |               | 1,06 (barg) (VC)  |                          |
|  |                          |               | >1,07 (gelt) (DG) |                          |
|  |                          |               | 1,13 (gelt) (VC)  |                          |

Aangezien de behoefte aan aminozuren geen constante is, verandert ook het ideaal eiwitprofiel voor vleesvarkens. In tabel 4 is het ideaal eiwitprofiel voor varkens van 25 tot 50 kg weergegeven. Zoals eerder vermeld, blijft de met+cys:lys ratio een constante per eenheid gewichtstoename. Deze is dus hetzelfde voor varkens van 8 tot 25 kg en van 25 tot 50 kg. Ook de ratio's voor isoleucine, leucine, histidine en fenylalanine+tyrosine veranderen niet voor varkens van 25 tot 50 kg ten opzichte van 8 tot 25 kg. Voor threonine stijgt de ratio en voor tryptofaan en valine dalen de ratio's ten opzichte van deze voor varkens van 8 tot 25 kg.

Tabel 4: Ideaal eiwit voor van 25 tot 50 kg uitgedrukt in % van lys in gestandaardiseerde verteerbaarheid (Standardised Ileal Digestible, SID) en schijnbare verteerbaarheid (AID= Apparent Ileal Digestible) (Orffa,2013)

| Aminozuren | SID | Darmverteerbare AZ varkens |
|------------|-----|----------------------------|
| Lys        | 100 | 100                        |
| Met + Cys  | 60  | 59                         |
| Thr        | 67  | 64                         |
| Trp        | 20  | 19.5                       |
| Val        | >65 | >63                        |
| Ile        | 53  | 51                         |
| Leu        | 100 | 99                         |
| His        | 32  | 31                         |
| Phe + Tyr  | 95  | 93                         |

#### GROEIENDE VLEESVARKENS VAN 40-70 KG

De lysinebehoefte voor groeiende varkens van 40 tot 70 kg wordt weergegeven in tabel 5. Hierbij wordt bij NRC (1998) en bij Warnants et al. (2005) een onderscheid gemaakt tussen baren en gelten. Dit omdat gelten een hogere mager vleesaanzet en dus een hogere lysinebehoefte hebben dan baren.



**Tabel 5: Lysinebehoefte voor groeiende varkens (40-70kg) uitgedrukt in schijnbare darmverteerbare lysine (sch.dv. lys) of gestandaardiseerde darmverteerbare lysine (gest. dv. lys) op basis van de dagelijkse groei (DG) of op basis van de voederconversie (VC) (Warnants et al., 2005)**

| Auteur                                       | Bereik                   | Eenheid                           | Behoefte (%)  | Energie-inhoud (kcal/kg) |
|--|--------------------------|-----------------------------------|---|--------------------------|
| <b>CVB, 1996</b>                             | 45-70 kg                 | sch. dv. lys                      | 0,75  | 2200 NEv                 |
| <b>Degussa, 1997</b>                         | 56-100 kg                | sch. dv. lys                      | 0,62  | 1990 NEv                 |
| <b>De Schrijver &amp; Vande Ginste, 1998</b> | 40-70 kg                 | sch. dv. lys<br>gest. dv. lys     | 0,81  | 2250 NEv                 |
| <b>AWT, 1998</b>                             | 40-70 kg                 | sch. dv. lys                      | 0,84  | 1990 NEv                 |
| <b>NRC, 1998</b>                             | 55 kg<br>(gem. 40-70 kg) | sch. dv. lys<br><br>gest. dv. lys | 0,83 (barg)<br>1,00 (gelt)<br>0,89 (barg)<br>1,08 (gelt)  | 2200 NEv<br>of 3365 ME   |
| <b>Warnants et al., 2005</b>                 | 40-70 kg<br>13-18 weken  | sch. dv. lys<br><br>gest. dv. lys | 0,84 (barg) (DG)<br>0,92 (barg) (VC)<br>1,04 (gelt) (DG)<br>1,08(gelt) (VC)<br>0,88 (barg) (DG)<br>0,96 (barg) (VC)<br>1,08 (gelt) (DG)<br>1,12 (gelt) (VC) | 2200 NEv<br>of 3365 ME   |

#### VLEESVARKENS IN DE AFMESTFASE VAN 70-110KG

In de literatuur hebben de lysinebehoeften in de fase van 70 tot 110 kg betrekking op een groot traject waardoor ze moeilijk vergelijkbaar zijn. In de studie van Warnants et al. (2005) werd deze fase opgesplitst van 70-80 kg en van 80-110 kg.



In tabel 7 wordt het ideale eiwitprofiel voor varkens van 50 tot 110 kg weergegeven. Naarmate de dieren ouder worden hebben ze een hogere relatieve behoefte aan threonine tegenover lysine. Dit doordat threonine een belangrijke rol speelt in het darmkanaal, het maakt deel uit van de darmmucosa. Doordat de behoefte voor onderhoud stijgt en deze behoefte deels bepaald wordt door vernieuwing van het darmepitheel, stijgt de behoefte aan threonine naarmate dat de dieren ouder worden.

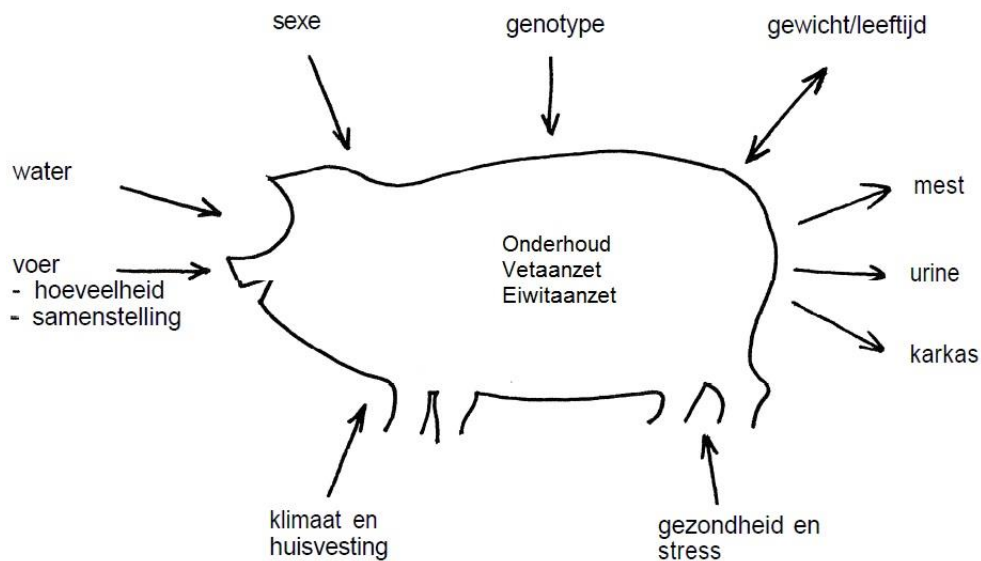
**Tabel 7: Ideaal eiwitprofiel voor varkens van 50 tot 110 kg, uitgedrukt in % van lys in gestandaardiseerde verteerbaarheid (Standardised Ileal Digestible, SID) en schijnbare verteerbaarheid (darmverteerbare AZ varkens = Apparent Ileal Digestible, AID) (Orffa,2013)**

| Aminozuren       | SID | Darmverteerbare AZ varkens |
|------------------|-----|----------------------------|
| <b>Lys</b>       | 100 | 100                        |
| <b>Met + Cys</b> | 60  | 59                         |
| <b>Thr</b>       | 68  | 65                         |
| <b>Trp</b>       | 19  | 18.5                       |
| <b>Val</b>       | >65 | >63                        |
| <b>Ile*</b>      | 53  | 51                         |
| <b>Leu</b>       | 100 | 99                         |
| <b>His</b>       | 32  | 31                         |
| <b>Phe + Tyr</b> | 95  | 93                         |



## INVLOEDSFACTOREN

Nutriëntenbehoeften zijn geen constante waarden bij groeiende of producerende dieren. Ze evolueren in functie van de leeftijd en van het productiestadium. Deze behoeften kunnen beïnvloed worden door tal van factoren. Deze factoren kunnen ingedeeld worden in drie groepen: dierfactoren, voedingsfactoren en omgevingsfactoren. In figuur 7 zijn een aantal factoren weergegeven die de nutriëntenbehoeften bepalen. Factoren die de voederopname bepalen hebben een belangrijke invloed op deze behoeften. Maar ook de hoeveelheid nutriënten die verloren gaan via de mest of urine en de nutriënten die worden vastgelegd in het lichaam kunnen deze behoeften beïnvloeden.



**Figuur 7: Factoren die invloed hebben op de nutriëntenbehoeften (werkgroep Technisch Model Varkensvoeding (TMV), 1991)**

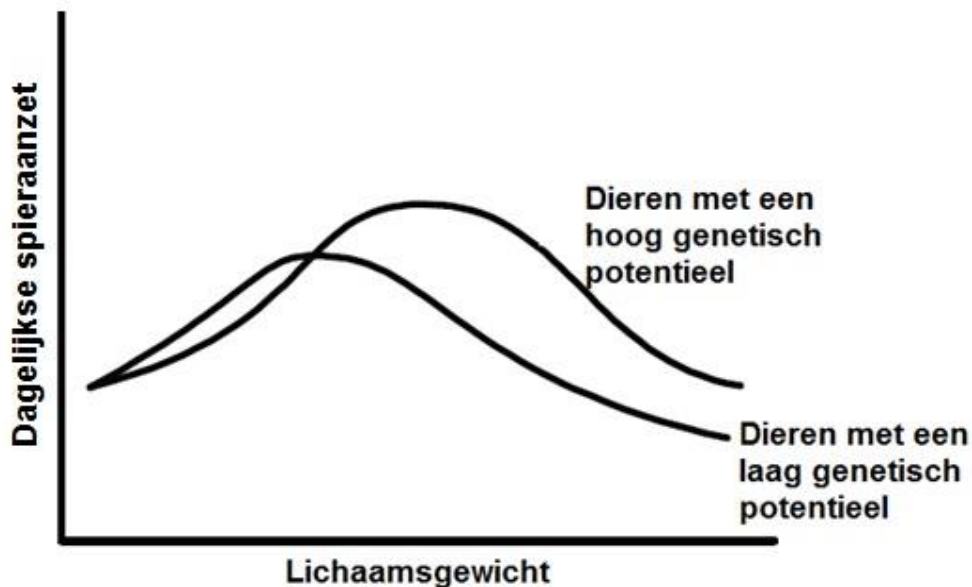
## DIERFACTOREN

### GEWICHT EN LEEFTIJD

Gewicht en leeftijd hebben een belangrijke invloed op de nutriëntenbehoeften. Zo wordt de energiebehoefte voor onderhoud berekend op basis van het lichaamsgewicht. Deze stijgt dan ook met toenemend lichaamsgewicht. De relatieve behoefte aan darmverteerbaar lysine per kg voeder daalt dan weer naarmate de dieren ouder en zwaarder worden.

Niet alle rassen hebben dezelfde aanleg voor spiergroei en vetaanzet. Het fokdoel verschilt namelijk van ras tot ras. Zo hebben Piétraïndieren een dunnere speklaag dan andere rassen. Het doel bij deze dieren is dan ook om magere vleesvarkens te produceren. Het Finse landras, de Large White, BN en hybride lijnen zijn vruchtbare zeugenlijnen die voldoende energie moeten kunnen opslaan om hun biggen groot te brengen. Deze dieren hebben dan ook een hogere spekdikte dan Piétraïndieren.

De eiwitaanzet wordt voornamelijk bepaald door de genetische aanleg van de dieren. Het genotype bepaalt het potentieel voor spiergroei of magervleesaanzet. Er bestaat een zeer grote variatie in de genetische capaciteit om mager vlees aan te zetten. In een Amerikaanse studie was er een variatie van 35% in spiergroei tussen 9 verschillende genotypen. Binnen een genotype vonden ze tot 38% variatie. Gemiddeld bereiken vleesvarkens hun piek in spiergroei rond een gewicht van 55 kg. Maar dieren met een hoog genetisch potentieel om mager vlees aan te zetten bereiken deze piek in spiergroei bij een hoger gewicht (rond 80 kg) (zie figuur 8). Dit zorgt voor grotere aminozuurbehoeften (voornamelijk lysine) om de dagelijkse groei te maximaliseren. Deze dieren nemen vaak ook 20-25% minder voeder op dan dieren met een lager potentieel waardoor de concentratie aan aminozuren in het voeder moet toenemen.



**Figuur 8: Genotypische verschillen in spieraanzet (Coffey et al., 2000)**

De vetaanzet wordt dan weer meer bepaald door de voeding dan door de genetica. Er zijn twee soorten vet: het targetvet dat in het lichaam moet aanwezig zijn om normaal te functioneren en het depotvet dat dienst doet als energiereserve. De hoeveelheid targetvet wordt genetisch bepaald maar de hoeveelheid depotvet hangt af van de voeding. Wanneer het voeder meer energie bevat dan dat het dier kan gebruiken voor eiwitaanzet, dus als de  $Pd_{max}$  bereikt is, gaan de dieren depotvet aanzetten.

Er is een verschil in nutriëntenbehoeften tussen de verschillende geslachten. Mannelijke en vrouwelijke dieren gaan zich namelijk anders ontwikkelen. Door castratie vermindert bij mannelijke dieren de capaciteit om spieren aan te zetten, verhoogt de voederopname en verandert het metabolisme waardoor gecastreerde dieren vetter worden.

De eiwit- en aminozuurbehoeften worden grotendeels bepaald door de maximale eiwitaanzetcapaciteit ( $Pd_{max}$ ). Er is een verschil in  $Pd_{max}$  tussen de verschillende geslachten. Zo is de gemiddelde  $Pd_{max}$ :

- Voor beren 160 g/dag
- Voor gelten 145 g/dag
- Voor baren 130 g/dag

Wanneer de maximale eiwitaanzet nog niet bereikt is, worden vet en eiwit aangezet in een bepaalde verhouding. Deze vetaanzet/eiwitaanzet verhouding wordt ook de marginale ratio genoemd. Deze verhouding is afhankelijk van het genotype, geslacht, gewicht, voedersamenstelling en voederniveau. Deze verhouding is:

- Voor beren:  $0,04 * LG$
- Voor zeugen:  $0,05 * LG$
- Voor baren:  $0,06 * LG$

De slachtkwaliteit wordt bepaald door de marginale ratio. Baren zullen sneller vet aanzetten dan zeugen. Baren hebben de neiging om energie te gaan overconsumeren waardoor ze sneller groeien, maar ze zetten wel trager spierweefsel aan. Hierdoor hebben ze een lagere behoefte aan aminozuren per kg voeder dan gelten. Zo is de lysinebehoefte van baren tot 10% lager dan die van gelten. Baren nemen ook tot 16% meer voeder op dan gelten, wat zorgt voor een hogere voederconversie. Indien een barg evenveel zou eten als een gelt, zou de voederconversie vergelijkbaar zijn. Doordat gelten minder voeder opnemen, moet het voeder hogere gehalten aan nutriënten bevatten. Gelten zetten hun voeder ook 4% efficiënter om naar groei dan baren. Door gelten en baren samen op te fokken moet men een compromis maken in de samenstelling van het voeder. Indien men voor baren een te goed voeder gebruikt, is dit een onnodige kost. En indien men minder goed voeder voor gelten gebruikt, is dit een onvolledige benutting van het potentieel en dus ook een hogere kost. Gescheiden opfok van gelten en baren laat toe om de baren te voederen met een lager eiwit- en aminozuurgehalte zonder compromis te moeten sluiten voor de prestaties van de gelten. Hierdoor kan men baren op het einde van de afmestperiode laten overschakelen op een eiwitarm voeder en kan de voederopname beperkt worden om vervetting tegen te gaan en de VC te verbeteren. Door gescheiden opfok wordt de stikstofuitstoot met 5 tot 10% gereduceerd.

Beren eten minder dan gelten (VO kan 100 tot 150 g/dag lager zijn) maar ze zetten meer spieren aan. Hierdoor hebben ze een hogere dagelijkse behoefte aan aminozuren per kg voeder. Maar hebben ze ook een betere voederconversie dan gelten. Indien een beer evenveel zou eten als een gelt, zou de voederconversie nog steeds lager zijn.

Beren eten ook minder dan baren maar ze groeien trager en zetten meer spieren aan. Hierdoor hebben ze een lagere voederconversie dan baren. Indien een beer evenveel zou eten als een barg, zou de voederconversie nog steeds lager zijn.

In tabel 8 is een voorbeeld weergegeven om het verschil tussen baren, zeugen en beren aan te tonen. Hierin zijn de verschillen in voederopname, eiwit- en vetaanzet en voederconversie tussen de verschillende geslachten duidelijk weergegeven.

**Tabel 8: Voorbeeld – Theoretische invloed van het geslacht op de VO, VC en nutriëntenbehoeften**

|  | Baren | Zeugen | Beren |
|--|-------|--------|-------|
| <b>Voederopname (g/dag)</b>                              | 3000  | 2700   | 2600  |
| <b>Energie-inhoud van het voeder (MJ NE)</b>             | 9,2   | 9,2    | 9,2   |
| <b>Eiwitaanzet (g/dag)</b>                               | 130   | 145    | 160   |
| <b>Mager weefselaanzet (g/dag)</b>                       | 332   | 370    | 408   |
| <b>Lichaamsgewicht (kg)</b>                              | 100   | 100    | 100   |
| <b>Energie</b>   |       |        |       |
| <b>Onderhoud</b>   |       |        |       |
| - Behoefte (MJ NE)                                       | 9,27  | 9,27   | 9,27  |
| - Benodigd voeder (g)                                    | 1008  | 1008   | 1008  |
| <b>Groei</b>   |       |        |       |
| - Beschikbaar voeder (g)                                 | 1992  | 1692   | 1592  |
| - Beschikbare energie voor groei (MJ NE)                 | 18,3  | 15,6   | 14,6  |
| - Behoefte voor eiwitaanzet (MJ NE)                      | 4,0   | 4,5    | 5,0   |
| - Behoefte voor vetaanzet (MJ NE)                        | 13,4  | 10,3   | 9,0   |
| - Behoefte voor asdepositie (MJ NE)                      | 0,9   | 0,8    | 0,6   |
| <b>Aminozuren</b>  |       |        |       |
| <b>Behoefte aan werkelijk verteerbaar lysine (g/dag)</b> |       |        |       |
| - Onderhoud  | 1,1   | 1,1    | 1,1   |
| - Groei  | 15,9  | 17,7   | 19,5  |
| <b>Werkelijk verteerbaar lysine in voeder (g/dag)</b>    | 5,67  | 6,97   | 7,95  |
| <b>Darmverteerbaar lysine in voeder (g/dag)</b>          | 5,30  | 6,50   | 7,4   |
| <b>Dagelijkse groei (g)</b>                              |       |        |       |
| - Vetaanzet  | 366   | 281    | 245   |
| - Eiwitaanzet + water                                    | 559   | 624    | 688   |
| - Asdepositie  | 29    | 28     | 29    |
| - TOTAAL   | 953   | 933    | 962   |
| <b>Voederconversie</b>                                   | 3,15  | 2,89   | 2,70  |

Naast baren en baren zijn er ook nog immunocastraten. Deze worden als beer beschouwd tot een week na de tweede vaccinatie. Na de tweede vaccinatie vertonen deze dieren een stijging van de dagelijkse voederopname met ongeveer 20%. In deze periode zijn deze dieren qua voederopname vergelijkbaar met baren. De voederopname gedurende de gehele groeiperiode van immunocastraten is dus hoger dan bij baren maar lager dan bij baren. Immunocastraten vertonen na de tweede vaccinatie een slechtere voederconversie dan baren, maar die is wel nog beter dan die van baren. Het effect over de totale periode is variabel en hangt af van de groeiverschillen tussen baren en baren tot aan de tweede vaccinatie en het tijdstip van de tweede vaccinatie.

---

## VOEDINGSFACTOREN

Ook voedingsfactoren zoals de energiedensiteit, smaak, aanwezigheid van antibiotica, tekort of overmaat aan nutriënten in het voeder, kunnen een invloed hebben op de nutriëntenbehoeften.

---

## SAMENSTELLING VAN HET VOEDER

De energie-inhoud van het rantsoen heeft een invloed op de hoeveelheid voeder die wordt opgenomen. Bij een daling of een stijging van de energie-inhoud kan een varken zelf gaan compenseren door een stijging of een daling van de voederopname. Deze compensatie kan de opname van energie normaliseren, binnen bepaalde limieten.

De energie-inhoud heeft ook invloed op de voederconversie. Wanneer de energie-inhoud van een voeder verhoogt, verbetert de VC. Wanneer een vleesvarken een VC heeft van 3 bij een voeder met een energie-inhoud van 9 MJ, kan je verwachten dat hetzelfde dier een VC van 2,81 bij een voeder met een energie-inhoud van 9,6 MJ heeft.

---

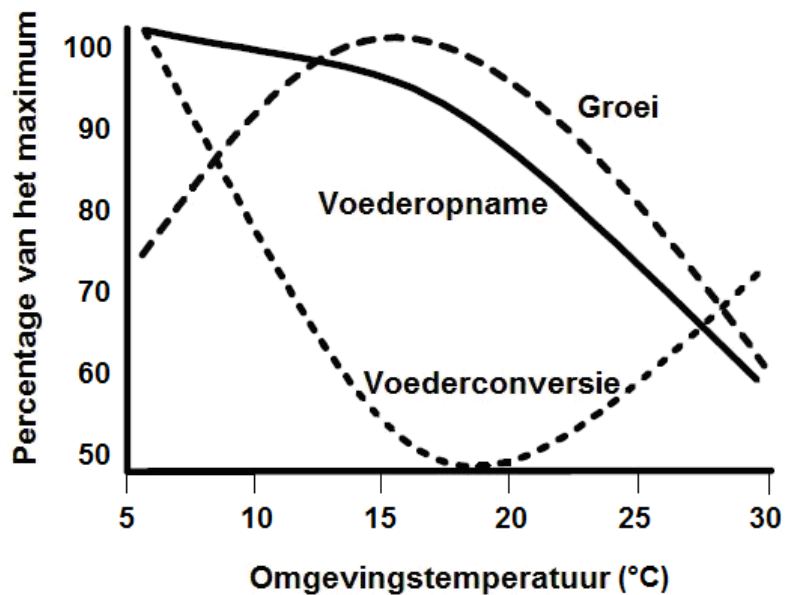
## SMAKELIJKHEID

Bij de aanwezigheid van antinutritionele factoren die de smakelijkheid kunnen reduceren, kan de voederopname dalen. Hierdoor kan het dier niet voldoende nutriënten opnemen en wordt het potentieel van het dier om te groeien niet optimaal benut.

TEMPERATUUR

De onderhoudsbehoefte voor energie geldt binnen de thermische comfortzone. Deze hangt af van de warmteproductie van de dieren, die functie is van de omgevingstemperatuur, de voederopname, de energie-inhoud van het voeder en de samenstelling van de groei. De thermische comfortzone wordt afgebakend door de laagste kritische temperatuur (LKT) en de hoogste kritische temperatuur (HKT). Hoe meer warmte het dier produceert, hoe lager de waarde van LKT. Bij een hogere voederopname is de warmteproductie hoger en de LKT dus lager. Wanneer de dieren het koud hebben, moeten ze extra voeder opnemen voor extra warmteproductie, ten nadele van de groei.

In figuur 9 wordt de invloed van de omgevingstemperatuur op de voederopname, voederconversie en de groei weergegeven.



Figuur 9: Het effect van de omgevingstemperatuur op de prestaties van vleesvarkens (Coffey et al., 2000)

## MEERFASENVOEDING

### ALGEMEEN

Bij het afmesten van vleesvarkens zijn voederprogramma's gericht op het bekomen van een maximale respons van de dieren met een minimale voederkost. Hierbij krijgen de dieren vaak gedurende een lange periode hetzelfde voeder. De behoefte aan nutriënten kan zeer sterk variëren tussen dieren van eenzelfde populatie en volgt voor elk dier een individueel verloop in de tijd. Om de gewenste respons van een populatie te maximaliseren zijn de populatiebehoeften geassocieerd met de behoeften van de dieren die de meeste nutriënten vragen. Hierdoor krijgen de meeste dieren vaak meer nutriënten dan ze nodig hebben, waardoor de benutting van de nutriënten met een lagere efficiëntie gebeurt. Dieren die boven hun behoefte gevoederd worden, vertonen prestaties die dicht bij het optimale liggen, dieren die onder hun behoefte gevoederd worden, vertonen vaak gereduceerde groei. Vleesvarkens voederen om de respons van de populatie te maximaliseren, wordt geassocieerd met hoge voederkosten en een hoge excretie van nutriënten. De excretie van stikstof wordt beïnvloed door de hoeveelheid opgenomen N, de metabole beschikbaarheid van dit nutriënt, de retentie van stikstof in het lichaam en de balans tussen de verschillende nutriënten in het voeder en de behoefte van de dieren. Wanneer het rantsoen niet aangepast wordt aan de evoluerende eiwitbehoeften van de dieren, dan neemt vooral de stikstofuitstoot via de urine toe. Wanneer het lichaamsgewicht toeneemt dan daalt de benutting van het verteerde eiwit door een overmaat of luxeconsumptie van ruw eiwit. De meest efficiënte manier om deze luxeconsumptie tot een minimum te beperken is het eiwitgehalte in het rantsoen te verlagen naarmate de dieren ouder worden. De N-excretie is het laagst wanneer dieren in overeenstemming met hun behoeften gevoederd worden. Een toename van de N-excretie is te wijten aan een overmaat aan eiwit.

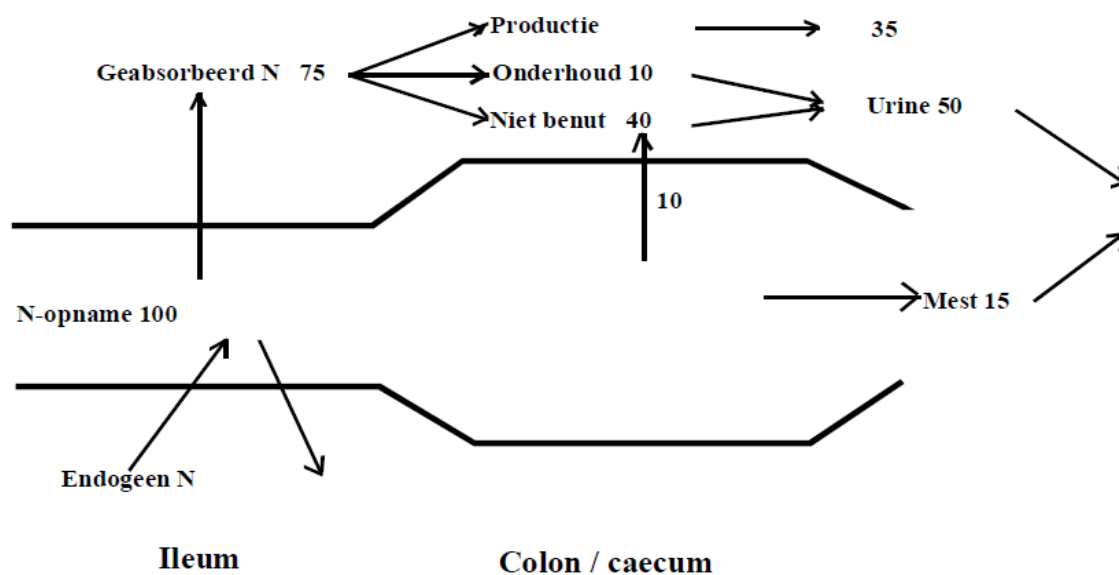
Om de voederkosten te reduceren, het voeder te optimaliseren, de excreties van nutriënten te reduceren en de productie te optimaliseren, wordt meer en meer gebruik gemaakt van fasevoeding om beter aan de behoeften van de vleesvarkens te voldoen in de verschillende productiefasen. Daarnaast zorgt fasevoeding nog voor een bijkomend voordeel. Door het verlagen van het eiwitgehalte in het voeder nemen de dieren minder water op waardoor er een lagere totale mestproductie is. De wateropname kan hierbij met 10-30% dalen. Hierbij moet wel opgemerkt worden dat de wateropname niet eindeloos kan dalen. Dieren hebben namelijk een minimale hoeveelheid water nodig, wanneer deze hoeveelheid bereikt is, heeft een verdere eiwitverlaging geen effect meer op de wateropname. Door een daling van de mestproductie dalen de afzet- en verwerkingskosten. Dit is dus naast de lagere voederkosten een extra economisch voordeel.

Fasevoeding betekent dat de dieren verschillende opeenvolgende voeders krijgen voor een relatief korte periode om zo goed mogelijk aan hun evoluerende behoeften te voldoen. Deze voeders verschillen van elkaar in eiwit-, energie- of aminozuursamenstelling. De samenstelling van een voeder voor een welbepaalde fase is hiervoor gebaseerd op de behoeften van de dieren in het begin van deze fase. De economische voordelen nemen toe naarmate er een stijging is van het aantal voedingsfasen. Er treedt ook een significante reductie op van de nutriëntenexcreties bij een stijgend aantal fasen. Maar een stijgend aantal fasen vraagt ook meer aandacht en een beter management van de landbouwer.

## TWEEFASENVOEDING

Bij tweefasenvoeding (2F) krijgen de dieren een groeivoeder van 25 kg tot 45 kg. Vanaf 45kg krijgen ze dan een afmestvoeder tot aan het slachtgewicht. De gehalten aan eiwit en aminozuren zijn hierbij afgesteld op de behoefte van een big van 25 kg voor het groeivoeder en op de behoefte van een vleesvarken van 45 kg voor het afmestvoeder. Aangezien de voederopnamecapaciteit van vleesvarkens sneller toeneemt dan de behoefte aan nutriënten, nemen de dieren een overschot aan eiwit en aminozuren op naarmate de fase waarin het dier zich bevindt naar het einde evolueert.

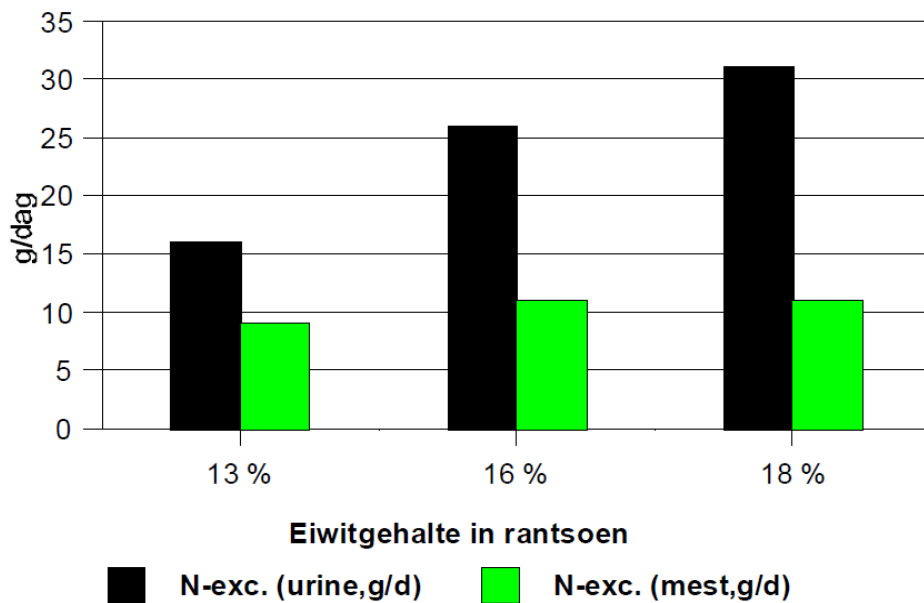
Bij een tweefasensysteem wordt gemiddeld slechts 35% van het opgenomen eiwit benut. Er wordt ongeveer 65% terug uitgescheiden via de mest en de urine, zoals men kan zien in figuur 10. Deze figuur dateert echter uit de jaren '90. Door een betere aanpassing van het voeder aan de behoeften en een lager eiwitgehalte in het voeder zullen de coëfficiënten in dit schema waarschijnlijk niet meer volledig in overeenstemming zijn met de huidige situatie. Maar het principe en het idee erachter zijn nog steeds geldig.



**Figuur 10: Stikstofstroom en stikstofverliezen bij groeiende vleesvarkens (Fremaut et al.,2003)**

Uit figuur 11 blijkt duidelijk dat de stikstofexcretie bij een vleesvarken van 75 kg afneemt naarmate het ruw eiwitgehalte in het rantsoen lager is. Wel dient er bij eiwitverlaging op gelet te worden dat aan de behoeften voor essentiële aminozuren voldaan is.





**Figuur 11: Invloed van het totale eiwitgehalte in het rantsoen op de stikstofuitstoot in de mest en de urine (Fremaut et al., 2003)**

Bij de overgang van één- naar tweefasenvoeding zou de stikstofexcretie met 7% gereduceerd worden door de verminderde stikstofinput.

## DRIEFASENVOEDING

Om het eiwitgehalte in een rantsoen verder te verlagen, kan men een derde voeder opnemen in het voederschema. Bij driefasenvoeding (3F) krijgen de vleesvarkens op een gewicht van 70 kg een tweede afmestvoeder dat is samengesteld volgens de behoefte en het opnamevermogen van een vleesvarken van 70 kg. Hierdoor wordt een deel van het overtollige aanbod aan eiwit en aminozuren weggenomen.

Door toepassing van het driefasensysteem kan men de stikstofuitstoot met 5 tot 10% verminderen ten opzichte van tweefasenvoeding. Het bijkomende voordeel hierbij is dat men op het einde van de afmestperiode een relatief goedkoper afmestvoeder kan geven. Vanaf 70 kg wordt nog de helft van de totale hoeveelheid voeder opgenomen, waardoor een lagere voederprijs een belangrijk effect kan hebben op de totale voederkost.

## MULTIFASENVOEDING

Bij multifasenvoeding (MF) kan men vanaf 45 kg de samenstelling van het rantsoen wekelijks aanpassen aan de behoeften en het groeipotentieel van de dieren. Met deze methode streeft men er naar om zo dicht mogelijk de behoefte van een vleesvarken te benaderen om de N-excretie tot een minimum te beperken. Hierbij wordt een mineraalrijk (stikstof- en fosforrijk) voeder met een mineraalarm voeder gemengd in steeds wisselende verhoudingen, aangepast aan de behoeften van de vleesvarkens. Het mineraalrijke voeder is hierbij afgestemd op de behoeften van een vleesvarken van 45 kg en het mineralenarme voeder op de behoeften van een vleesvarken van 110 kg. Aan het begin van de afmestperiode start men dus met een hoog eiwitgehalte om dan te eindigen bij het slachtgewicht met een laag eiwitgehalte. Deze methode zorgt voor significante reducties van nutriëntenexcreties zonder toename van de voederkosten. Deze methode wordt ook voorgesteld om de kosten voor voederopslag te reduceren wanneer het aantal voederfasen stijgt en men dus meer verschillende voeders nodig heeft.

Een andere manier van multifasenvoeding die veel gebruikt wordt in onderzoek is precisievoeding waarbij men het voeder dagelijks aanpast aan de behoeften van de dieren. Toepassen van precisievoeding kan leiden tot een reductie van de voederkost van 4,6 tot 10%. Ook de N-opname kan met 25% gereduceerd worden en de N-excretie met meer dan 38%.

---

### MULTIFASENVOEDING IN VERGELIJKING MET TWEEFASENVOEDING

Er zijn verschillende onderzoeken uitgevoerd waarbij multifasenvoeding werd vergeleken met tweefasenvoeding. In tabel 8 zijn de resultaten van een aantal onderzoeken weergegeven. Hierbij moet men wel rekening houden met het gegeven dat het om onderzoeken uit Nederland gaat, waar men werkt met een ander type dier. In deze onderzoeken waren de zoötechnische resultaten van de dieren ongeveer gelijk. Bij de dieren uit de MF-groepen was in het algemeen de karkaskwaliteit iets lager door een lager mager vlees percentage en een hogere spekdikte dan bij de 2F-groepen. De N-excretie wordt met 5 tot 14% gereduceerd door toepassing van multifasenvoeding.

Bij 2F voeding kan een eventuele groeivertraging door de krappe eiwitvoorziening in het begin van de afmestperiode worden gecompenseerd door de royale eiwitvoorzieningen aan het einde van de afmestperiode. Bij multifasenvoeding kan een eventuele groeivertraging optreden naar het einde van de afmestperiode en is er geen mogelijkheid meer tot compensatie.

**Tabel 9: Proefresultaten van een vergelijking van multifasenvoeding met tweefasenvoeding**

| Onderzoek                              | MF in vergelijking met 2F  |
|--|--|
| Varkensproefbedrijf Rosmalen           | <ul style="list-style-type: none"><li>• RE-gehalte daalt met 3,1%</li><li>• Daling van de N-excretie met 5%</li></ul>  |
| Kemme et al. (1994)                    | <ul style="list-style-type: none"><li>• Daling van de N-excretie met 14%</li></ul>   |
| Van der Peet-Schwering & Plagge (1995) | <ul style="list-style-type: none"><li>• Daling van de N-excretie met 11,2%</li><li>• RE-gehalte daalt 7,3%</li><li>• Wateropname daalt met 6,9%</li><li>• Mestproductie daalt met 9%</li></ul> |
| De Borggreve et al. (1996)             | <ul style="list-style-type: none"><li>• VC was 1,5% slechter</li><li>• Lager mager vlees % en iets hogere spekdikte</li><li>• Daling van de N-excretie met 12-14%</li></ul>                    |

#### MULTIFASENVOEDING IN VERGELIJKING MET DRIEFASENVOEDING

Er zijn ook een aantal studies uitgevoerd waarbij multifasenvoeding wordt vergeleken met driefasenvoeding. In een Nederlands onderzoek was de N-excretie bij MF tot 5% lager dan bij 3F.

In een ander onderzoek wordt precisievoeding met dagelijkse aanpassing vergeleken met driefasenvoeding. In deze studie namen de dieren van de MF-groep 3,7% meer voeder op in de eerste 28 dagen, hierdoor groeiden de dieren meer in de volgende fasen. Op het einde van de studie waren de MF-dieren 8% vetter dan de 3F-dieren. De N-excretie werd gereduceerd met 12%.

## DEMOPROEF MEERFASEVOEDING OP BASIS VAN ZELFGETEELDE EIWITBRONNEN

### PROEFOPZET

In het kader van het demonstratieproject werd een demoproef uitgevoerd, van december 2012 tot augustus 2013 in het Proef- en Vormingscentrum voor de Landbouw (PVL) in Bocholt. Dit om de combinatie van meerfasenvoeding en alternatieve eiwitbronnen voor vleesvarkens na te gaan.

### DIEREN

De proef werd uitgevoerd met dieren van de kruising Piétrain x Topigs 20. De proef werd uitgevoerd met 417 dieren, onderverdeeld in 43 hokken. De dieren werden ingedeeld in 4 testgroepen, namelijk tweefasenvoeding (2F), driefasenvoeding (3F), vijffasenvoeding (5F) en multifasenvoeding (MF). De dieren werden uniform verdeeld over de verschillende groepen, rekening houdend met het geslacht en het lichaamsgewicht.

### VOEDING

Het voeder werd dagelijks vers verstrekt via een voorraadvoederbak om *ad libitum* voederopname na te streven. Water stond ook *ad libitum* ter beschikking van de dieren. De voeders werden verstrekt met een computergestuurde voederinstallatie met menger (figuur 12).

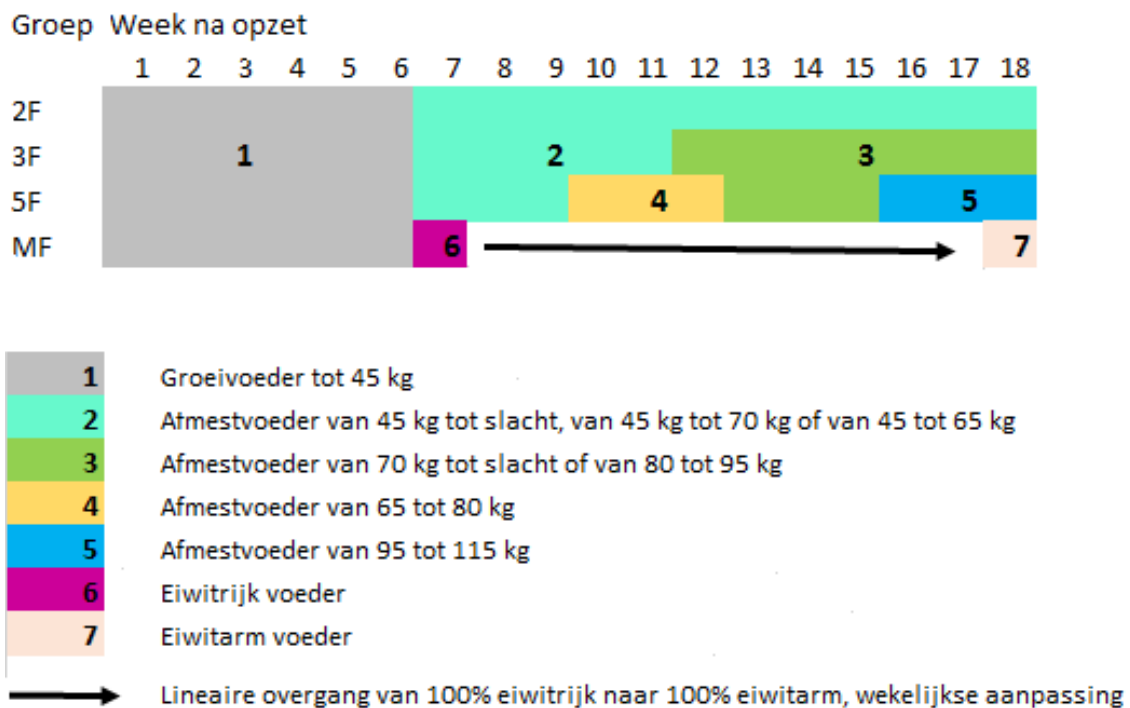


Figuur 12: Computergestuurde voederinstallatie met menger (PVL Bocholt)

De rantsoenen werden geformuleerd door ILVO in samenwerking met UGent. Deze werden geformuleerd volgens vier voederschema's:

- Tweefasenvoeding: fase 1 van 20 tot 45 kg, fase 2 van 45 tot 115 kg
- Driefasenvoeding: fase 1 van 20 tot 45 kg, fase 2 van 45 tot 70 kg, fase 3 van 70 tot 110 kg
- Vijffasenvoeding: fase 1 van 20 tot 45 kg, fase 2 van 45 tot 65 kg, fase 3 van 65 tot 80 kg, fase 4 van 80 tot 95 kg, fase 5 van 95 tot 115 kg
- Multifasenvoeding: fase 1 van 20 tot 45 kg, vanaf 45 kg wordt een eiwitrijk en eiwitarm voeder gemengd en wekelijks aangepast.

Het proefschema voor het voeder is weergegeven in figuur 13. In totaal zijn 7 verschillende voeders gebruikt voor de proef. In de eerste fase van 20 tot 45 kg kregen alle dieren hetzelfde voeder. Vanaf 45 kg werden verschillende voeders gebruikt, afhankelijk van het voederschema.



**Figuur 13: Proefschema - verdeling van de verschillende voeders**

In tabel 10 is de kostprijs, Weende analyse en aminozuursamenstelling van de verschillende voeders weergegeven. Voor de eiwitvoorziening is in deze voeders gebruik gemaakt van de alternatieve eiwitbronnen koolzaadschroot, zonnebloempitschroot, erwten, tarweglutenvoer en aardappeleiwit. Enkel het voeder in de fase van 20 tot 45 kg bevatte nog 4,65% sojaschroot. In alle overige voeders werd het sojaschroot volledig vervangen door een combinatie van de vijf alternatieven. Deze werden elk slechts in kleine hoeveelheden (max 7% per grondstof) in de voeders opgenomen, zodat de eventueel aanwezige antinutritionele factoren zeker geen nadelige effecten zouden kunnen veroorzaken bij de dieren.

Tabel 10: Kostprijs, Weende analyse en aminozuursamenstelling van de verschillende voeders

|   | Voeder 1<br>20-45 kg | Voeder 2<br>45-110 kg (2F),<br>45-70 kg (3F),<br>45-65 kg (5F) | Voeder 3<br>70-110 kg (3F),<br>80-95 kg (5F) | Voeder 4<br>65-80 kg (5F) | Voeder 5<br>95-110 kg (5F) | Voeder 6<br>Mineralenrijk<br>voeder | Voeder 7<br>Mineralenarm<br>voeder |
|---|----------------------|--|--|---------------------------|----------------------------|-------------------------------------|------------------------------------|
| <b>Kostprijs (€/ton)</b>                            |                      |  |  |                           |                            |                                     |                                    |
|   | 281,83               | 305,43   | 287,12                                       | 294,52                    | 280,11                     | 269,91                              | 266,74                             |
| <b>Weende analyse (%)</b>                           |                      |  |  |                           |                            |                                     |                                    |
| <b>DS</b>   | 87,97                | 87,73  | 87,57  | 87,42                     | 87,37                      | 87,87                               | 87,16                              |
| <b>RE</b>   | 16,67                | 15,34  | 14,09  | 14,62                     | 13,59                      | 15,86                               | 12,40                              |
| <b>RAS</b>  | 4,74                 | 4,51   | 4,35   | 4,63                      | 4,13                       | 4,57                                | 4,43                               |
| <b>RVET</b>   | 4,05                 | 3,50   | 2,36   | 34,99                     | 2,33                       | 3,50                                | 2,23                               |
| <b>RC</b>   | 4,50                 | 4,72   | 5,27   | 4,64                      | 5,27                       | 4,73                                | 5,02                               |
| <b>OK</b>   | 54,96                | 57,97  | 58,76  | 57,94                     | 59,42                      | 57,39                               | 60,28                              |
| <b>Schijnbare darmverteerbare aminozuren (g/kg)</b> |                      |  |  |                           |                            |                                     |                                    |
| <b>dvlys</b>  | 9,50                 | 8,50   | 7,50   | 8,00                      | 7,00                       | 9,00                                | 5,50                               |
| <b>dvm+met+cys</b>                                  | 5,61                 | 5,02   | 4,43   | 4,72                      | 4,13                       | 5,31                                | 3,65                               |
| <b>dvm+met</b>                                      | 3,25                 | 2,77   | 2,37   | 2,66                      | 2,14                       | 3,00                                | 1,82                               |
| <b>dvthr</b>  | 6,18                 | 5,53   | 4,88   | 5,20                      | 4,55                       | 5,85                                | 3,58                               |
| <b>dvtrp</b>  | 1,85                 | 1,62   | 1,42   | 1,52                      | 1,33                       | 1,17                                | 1,05                               |
| <b>Verteerbare aminozuren</b>                       |                      |  |  |                           |                            |                                     |                                    |
| <b>lys:RE</b>                                       | 0,066                | 0,065  | 0,063  | 0,065                     | 0,061                      | 0,066                               | 0,054                              |
| <b>dvlys:RE</b>                                     | 0,057                | 0,055  | 0,053  | 0,055                     | 0,052                      | 0,057                               | 0,044                              |
| <b>dvm+met+cys:dvlys</b>                            | 0,590                | 0,590  | 0,590  | 0,590                     | 0,590                      | 0,590                               | 0,663                              |
| <b>dvthr:dvlys</b>                                  | 0,650                | 0,650  | 0,650  | 0,650                     | 0,650                      | 0,650                               | 0,650                              |
| <b>dvtrp:dvlys</b>                                  | <b>0,195</b>         | <b>0,190</b>   | <b>0,190</b>                                 | <b>0,190</b>              | <b>0,190</b>               | <b>0,190</b>                        | <b>0,190</b>                       |

## VERLOOP VAN DE PROEF

De proef startte in december 2012 en eindigde in augustus 2013. Er werden verschillende rondes opgezet, afhankelijk van het aantal beschikbare gespeende biggen. De uiteindelijke bedoeling was om per groep minimum 10 hokken of 100 dieren te hebben. Uiteindelijk werd de proef uitgevoerd met 417 dieren of 43 hokken.

Tijdens de proef werden de dieren per 10 gehuisvest in de vleesvarkensstal op het PVL in Bocholt. Hierbij werd een gelijke verdeling van baren en zeugen over de hokken nagestreefd.

De dieren werden bij de start van de proef gewogen en daarna rond een tussengewicht van 45 kg, 65 kg, 80 kg, 95 kg en vlak voor het slachten. De wegingen werden niet uitgevoerd op vaste tijdstippen maar wanneer men vermoedde dat de dieren een bepaald tussengewicht bereikt hadden. De dieren werden hierbij individueel gewogen met een mobiele en digitale weegschaal (Pig-scale – figuur 14). Hiermee gebeurt de weging automatisch en de weegschaal weegt tot op 100 g nauwkeurig.



**Figuur 14: Pig-Scale**

Bij elke weging wordt het dier ingelezen met een draagbare scanner en wordt het gewicht via bluetooth geregistreerd. Het gewicht is gekoppeld aan het elektronisch oormerk en de visuele identiteit (Sanitel) van het dier (figuur 15).



**Figuur 15: Elektronisch oormerk en de draagbare scanner voor het inlezen van de dieren**

De voederopname van de vleesvarkens werd per hok bepaald. De hoeveelheid voeder die werd toegediend, werd bijgehouden en bij de overschakeling naar een ander voeder werd het restgewicht bepaald.



## RESULTATEN

Als resultaat van deze demoproef worden eerst enkele zoötechnische parameters besproken zoals het gewicht, de groei, de voederopname en de voederconversie. Daarnaast wordt er ook aandacht besteed aan de slachtkwaliteit van de dieren. Vervolgens wordt de rendabiliteit van de verschillende voederschema's berekend en wordt de invloed van de voederschema's op het milieu nagegaan door de N-opname en -uitstoot te berekenen. Tot slot wordt het effect op de soja-import onderzocht.

### ZOOTECHNISCHE PARAMETERS

#### GEWICHTEN

In tabel 11 wordt voor elke voederstrategie het startgewicht, de tussengewichten rond 45, 65, 80 en 95 kg en het eindgewicht weergegeven. De gewichten bij twee- en driefasenvoeding zijn redelijk gelijklopend gedurende de hele proef zonder significante verschillen. Bij de vijffasenvoeding zijn het eerste en tweede tussengewicht iets lager dan bij de twee- en driefasenvoeding en zijn deze ook significant verschillend. Vanaf het derde tussengewicht hebben de dieren uit de vijffasengroep vergelijkbare resultaten met de twee- en driefasenvoeding. Bij de multifasengroep is het eerste en tweede tussengewicht significant verschillend van de overige groepen. Deze tussengewichten zijn hoger dan deze van de overige groepen. Bij de vierde tussenweging zijn de resultaten significant lager dan bij de overige groepen. Een mogelijke verklaring voor deze terugval kan zijn dat de dieren in de laatste periode een voeder gekregen hebben met een te laag nutriëntengehalte om aan hun behoeften te voldoen.

**Tabel 11: Gemiddelde gewichten bij de start, bij de tussenwegingen en bij het slachten (kg) (kleinste kwadraten gemiddelde ± standaardfout)**

|                        | Tweefasen-voeding              | Driefasen-voeding               | Vijffasen-voeding               | Multifasen-voeding              | Significantie (P-waarde) |
|------------------------|--------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| <b>Startgewicht</b>    | 23,19 ± 2,99<br>(n = 98)<br>A  | 23,58 ± 3,00<br>(n = 107)<br>A  | 24,00 ± 3,36<br>(n = 105)<br>A  | 23,65 ± 2,74<br>(n = 107)<br>A  | 0,3072                   |
| <b>Tussengewicht 1</b> | 47,55 ± 0,37<br>(n = 98)<br>A  | 47,57 ± 0,35<br>(n = 107)<br>A  | 46,52 ± 0,35<br>(n = 105)<br>B  | 49,15 ± 0,35<br>(n = 107)<br>C  | <0,0001                  |
| <b>Tussengewicht 2</b> | 65,00 ± 0,63<br>(n = 98)<br>A  | 64,84 ± 0,60<br>(n = 107)<br>A  | 62,82 ± 0,61<br>(n = 105)<br>B  | 68,88 ± 0,60<br>(n = 107)<br>C  | <0,0001                  |
| <b>Tussengewicht 3</b> | 85,65 ± 0,7<br>(n = 98)<br>A   | 84,63 ± 0,67<br>(n = 107)<br>A  | 85,14 ± 0,68<br>(n = 105)<br>A  | 84,66 ± 0,67<br>(n = 106)<br>A  | 0,6885                   |
| <b>Tussengewicht 4</b> | 99,37 ± 0,79<br>(n = 98)<br>A  | 99,16 ± 0,75<br>(n = 106)<br>A  | 98,05 ± 0,76<br>(n = 105)<br>AB | 95,65 ± 0,75<br>(n = 106)<br>B  | 0,0019                   |
| <b>Eindgewicht</b>     | 116,24 ± 0,79<br>(n = 98)<br>A | 116,48 ± 0,76<br>(n = 106)<br>A | 116,85 ± 0,77<br>(n = 105)<br>A | 114,32 ± 0,76<br>(n = 106)<br>A | 0,0839                   |

De gemiddelde dagelijkse groei voor de verschillende voederstrategieën en verschillende groeiperioden is weergegeven in tabel 12. Er zijn geen significante verschillen in groei bij de twee-, drie- en vijffasenvoeding. Bij deze drie voederstrategieën valt wel de hoge groei in de periode van 65 tot 80 kg op. De groei bij multifasenvoeding verschilt in een aantal groeiperioden significant van de overige voederstrategieën. Zo groeiden de dieren van 45 tot 65 kg iets sneller dan de andere drie testgroepen. Maar in de periode van 65 tot 80 kg is de groei dan weer 150 tot 200 g lager dan bij de andere testgroepen. De groei bij de multifasenvoeding is wel redelijk constant over het gehele traject, er zijn geen echte uitschieters zoals bij de twee-, drie- en vijffasenvoeding. Voor de totale gemiddelde groei over de periode van 20 tot 110 kg zijn er geen significante verschillen tussen de verschillende voederstrategieën.

**Tabel 12: Gemiddelde dagelijkse groei per groeiperiode (g/dag) (kleinste kwadraten gemiddelde ± standaardfout)**

|                        | Tweefasen-voeding         | Driefasen-voeding           | Vijffasen-voeding          | Multifasen-voeding         | Significantie (P-waarde) |
|------------------------|---------------------------|-----------------------------|----------------------------|----------------------------|--------------------------|
| <b>Groei 20-45 kg</b>  | 688 ± 9<br>(n = 98)<br>A  | 697 ± 9<br>(n = 107)<br>A   | 678 ± 9<br>(n = 105)<br>A  | 696 ± 9<br>(n = 107)<br>A  | 0,4083                   |
| <b>Groei 45-65 kg</b>  | 581 ± 17<br>(n = 98)<br>A | 605 ± 17<br>(n = 107)<br>AB | 571 ± 17<br>(n = 105)<br>A | 635 ± 17<br>(n = 107)<br>B | 0,0342                   |
| <b>Groei 65-80 kg</b>  | 822 ± 16<br>(n = 98)<br>A | 811 ± 16<br>(n = 107)<br>A  | 845 ± 16<br>(n = 105)<br>A | 650 ± 16<br>(n = 106)<br>B | <0,0001                  |
| <b>Groei 80-95 kg</b>  | 652 ± 22<br>(n = 98)<br>A | 702 ± 21<br>(n = 106)<br>A  | 651 ± 22<br>(n = 105)<br>A | 676 ± 21<br>(n = 106)<br>A | 0,2922                   |
| <b>Groei 95-110 kg</b> | 617 ± 17<br>(n = 98)<br>A | 640 ± 17<br>(n = 106)<br>A  | 642 ± 17<br>(n = 105)<br>A | 612 ± 17<br>(n = 106)<br>A | 0,4843                   |
| <b>Groei 45-110 kg</b> | 649 ± 8<br>(n = 98)<br>AB | 661 ± 8<br>(n = 106)<br>A   | 658 ± 8<br>(n = 105)<br>AB | 638 ± 8<br>(n = 106)<br>B  | 0,0485                   |
| <b>Groei 20-110 kg</b> | 658 ± 7<br>(n = 98)<br>A  | 669 ± 7<br>(n = 106)<br>A   | 663 ± 7<br>(n = 105)<br>A  | 652 ± 7<br>(n = 106)<br>A  | 0,2918                   |

In tabel 13 is de gemiddelde dagelijkse voederopname (VO) per groeiperiode voor de verschillende voederstrategieën weergegeven. Er zijn geen significante verschillen tussen de groepen voor alle groeiperioden. De resultaten zijn dus gelijklopend voor de verschillende voederstrategieën. Bij de multifasenvoeding is er een iets hogere VO in de periode van 20 tot 45 kg en van 45 tot 65 kg, maar deze verschillen zijn niet significant. In de overige groeiperioden is de VO vergelijkbaar met de overige groepen.

**Tabel 13: Gemiddelde dagelijkse voederopname per groeiperiode (g/dag) (kleinste kwadraten gemiddelde ± standaardfout)**

|                     | Tweefasen-voeding           | Driefasen-voeding           | Vijffasen-voeding           | Multifasen-voeding          | Significantie (P-waarde) |
|---------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|--------------------------|
| <b>VO 20-45 kg</b>  | 1304 ± 61<br>(n = 10)<br>A  | 1366 ± 58<br>(n = 11)<br>A  | 1361 ± 58<br>(n = 11)<br>A  | 1435 ± 58<br>(n = 11)<br>A  | 0,4934                   |
| <b>VO 45-65 kg</b>  | 1667 ± 95<br>(n = 10)<br>A  | 1637 ± 91<br>(n = 11)<br>A  | 1550 ± 91<br>(n = 11)<br>A  | 1721 ± 91<br>(n = 11)<br>A  | 0,6057                   |
| <b>VO 65-80 kg</b>  | 2205 ± 112<br>(n = 10)<br>A | 2101 ± 107<br>(n = 11)<br>A | 2304 ± 107<br>(n = 11)<br>A | 2048 ± 107<br>(n = 11)<br>A | 0,3500                   |
| <b>VO 80-95 kg</b>  | 2198 ± 101<br>(n = 10)<br>A | 2415 ± 96<br>(n = 11)<br>A  | 2240 ± 96<br>(n = 11)<br>A  | 2237 ± 96<br>(n = 11)<br>A  | 0,4072                   |
| <b>VO 95-110 kg</b> | 2332 ± 84<br>(n = 10)<br>A  | 2355 ± 80<br>(n = 11)<br>A  | 2352 ± 80<br>(n = 11)<br>A  | 2298 ± 80<br>(n = 11)<br>A  | 0,9543                   |
| <b>VO 45-110 kg</b> | 2098 ± 48<br>(n = 10)<br>A  | 2086 ± 45<br>(n = 11)<br>A  | 2082 ± 45<br>(n = 11)<br>A  | 2087 ± 45<br>(n = 11)<br>A  | 0,9958                   |
| <b>VO 20-110 kg</b> | 1901 ± 38<br>(n = 10)<br>A  | 1907 ± 37<br>(n = 11)<br>A  | 1908 ± 37<br>(n = 11)<br>A  | 1913 ± 37<br>(n = 11)<br>A  | 0,9968                   |

In tabel 14 is de gemiddelde voederconversie per groeiperiode voor de verschillende voederstrategieën weergegeven. Enkel in de groeiperiode van 65 tot 80 kg zijn er significante verschillen. In deze periode is de VC van de multifasenvoeding significant slechter dan de twee- en driefasenvoeding maar niet van de vijffasenvoeding. In het algemeen is de VC voor de verschillende voederstrategieën vergelijkbaar.

**Tabel 14: Gemiddelde voederconversie per groeiperiode (kleinste kwadraten gemiddelde ± standaardfout)**

|                     | Tweefasen-voeding            | Driefasen-voeding            | Vijffasen-voeding             | Multifasen-voeding           | Significantie (P-waarde) |
|---------------------|------------------------------|------------------------------|-------------------------------|------------------------------|--------------------------|
| <b>VC 20-45 kg</b>  | 1,88 ± 0,07<br>(n = 10)<br>A | 1,94 ± 0,06<br>(n = 11)<br>A | 2,00 ± 0,06<br>(n = 11)<br>A  | 2,07 ± 0,06<br>(n = 11)<br>A | 0,2242                   |
| <b>VC 45-65 kg</b>  | 2,93 ± 0,18<br>(n = 10)<br>A | 2,82 ± 0,17<br>(n = 11)<br>A | 2,79 ± 0,17<br>(n = 11)<br>A  | 2,69 ± 0,17<br>(n = 11)<br>A | 0,8050                   |
| <b>VC 65-80 kg</b>  | 2,69 ± 0,19<br>(n = 10)<br>A | 2,59 ± 0,18<br>(n = 11)<br>A | 2,83 ± 0,18<br>(n = 11)<br>AB | 3,23 ± 0,18<br>(n = 11)<br>B | 0,0867                   |
| <b>VC 80-95 kg</b>  | 3,61 ± 0,27<br>(n = 10)<br>A | 3,58 ± 0,26<br>(n = 11)<br>A | 3,59 ± 0,26<br>(n = 11)<br>A  | 3,48 ± 0,26<br>(n = 11)<br>A | 0,9835                   |
| <b>VC 95-110 kg</b> | 3,92 ± 0,23<br>(n = 10)<br>A | 3,77 ± 0,22<br>(n = 11)<br>A | 3,72 ± 0,22<br>(n = 11)<br>A  | 3,81 ± 0,22<br>(n = 11)<br>A | 0,9318                   |
| <b>VC 45-110 kg</b> | 3,22 ± 0,06<br>(n = 10)<br>A | 3,16 ± 0,06<br>(n = 11)<br>A | 3,17 ± 0,06<br>(n = 11)<br>A  | 3,27 ± 0,06<br>(n = 11)<br>A | 0,5045                   |
| <b>VC 20-110 kg</b> | 2,88 ± 0,05<br>(n = 10)<br>A | 2,85 ± 0,05<br>(n = 11)<br>A | 2,88 ± 0,05<br>(n = 11)<br>A  | 2,93 ± 0,05<br>(n = 11)<br>A | 0,6584                   |

## SLACHTKWALITEIT

De resultaten voor de verschillende parameters die de slachtkwaliteit bepalen zijn weergegeven in tabel 15. Er zijn een aantal significante verschillen tussen de voederstrategieën. Maar over het algemeen vertonen de dieren goede resultaten, zonder grote verschillen tussen de voederschema's. Bij de multifasenvoeding is er een tendens naar een lager mager vlees percentage, een hogere MBIC en een hogere spekdikte wat negatief is voor de uitbetaling van de producent.

**Tabel 15: Slachtkwaliteit voor de verschillende voederstrategieën (kleinste kwadraten gemiddelde ± standaardfout)**

|                                  | Tweefasen-voeding              | Driefasen-voeding              | Vijffasen-voeding              | Multifasen-voeding              | Significantie (P-waarde) |
|----------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|--------------------------|
| <b>Karkas gewicht (kg)</b>       | 90,64 ± 6,61<br>(n = 95)<br>A  | 89,99 ± 6,26<br>(n = 107)<br>A | 89,02 ± 8,29<br>(n = 107)<br>A | 88,84 ± 7,15<br>(n = 106)<br>A  | 0,2361                   |
| <b>Rendement (%)<sup>1</sup></b> | 76,12 ± 0,53<br>(n = 95)<br>A  | 75,65 ± 0,51<br>(n = 107)<br>A | 74,38 ± 0,50<br>(n = 98)<br>B  | 76,16 ± 0,50<br>(n = 106)<br>A  | <0,0001                  |
| <b>% mager vlees</b>             | 63,86 ± 0,42<br>(n = 74)<br>A  | 63,93 ± 0,39<br>(n = 94)<br>A  | 64,14 ± 0,38<br>(n = 98)<br>A  | 63,11 ± 0,38<br>(n = 106)<br>B  | 0,0141                   |
| <b>Type</b>                      | 1,97 ± 0,06<br>(n = 74)<br>A   | 2,00 ± 0,06<br>(n = 94)<br>A   | 2,04 ± 0,05<br>(n = 98)<br>AB  | 2,10 ± 0,05<br>(n = 106)<br>B   | 0,0727                   |
| <b>MBIC</b>                      | 3,69 ± 0,12<br>(n = 74)<br>A   | 3,70 ± 0,11<br>(n = 94)<br>A   | 3,78 ± 0,11<br>(n = 98)<br>A   | 4,02 ± 0,11<br>(n = 106)<br>B   | 0,0033                   |
| <b>Spekdikte (mm)</b>            | 11,62 ± 0,48<br>(n = 74)<br>A  | 11,45 ± 0,44<br>(n = 94)<br>A  | 11,26 ± 0,43<br>(n = 98)<br>A  | 12,37 ± 0,44<br>(n = 106)<br>B  | 0,0236                   |
| <b>Hamhoek (°C)</b>              | 48,28 ± 1,23<br>(n = 74)<br>A  | 48,74 ± 1,15<br>(n = 94)<br>A  | 50,82 ± 1,12<br>(n = 98)<br>B  | 50,74 ± 1,13<br>(n = 106)<br>B  | 0,0117                   |
| <b>Hambreedte (mm)</b>           | 207,19 ± 1,87<br>(n = 74)<br>A | 206,58 ± 1,74<br>(n = 94)<br>A | 207,10 ± 1,70<br>(n = 98)<br>A | 206,51 ± 1,72<br>(n = 106)<br>A | 0,8273                   |
| <b>Vleesdikte (mm)</b>           | 67,96 ± 1,27<br>(n = 74)<br>A  | 67,70 ± 1,16<br>(n = 94)<br>A  | 67,60 ± 1,17<br>(n = 98)<br>A  | 66,57 ± 1,17<br>(n = 106)<br>A  | 0,5614                   |

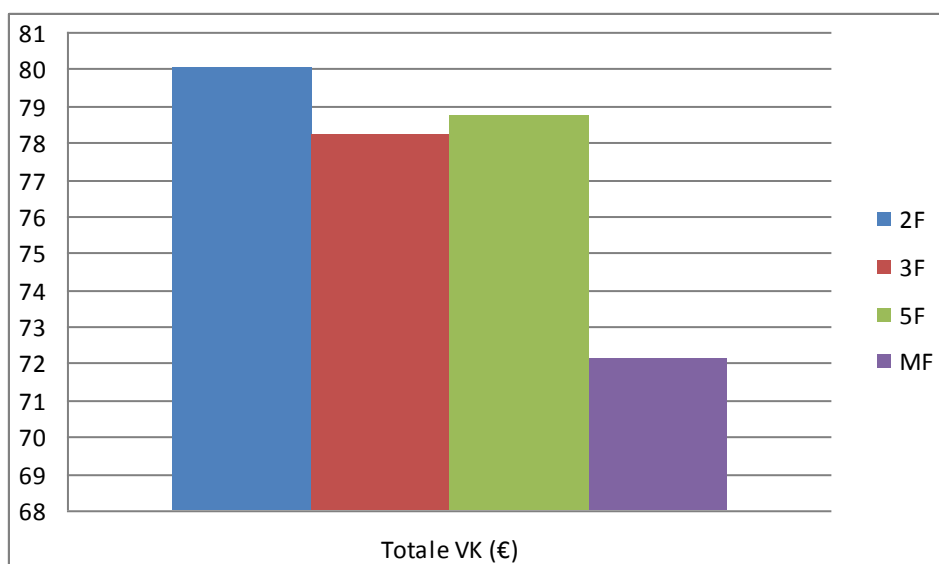
<sup>1</sup> Rendement = (Karkasgewicht/Eindgewicht)\*100

## RENDABILITEIT

Voor de rendabiliteitsberekening werd de voederkostprijs per vleesvarken geschat op basis van de gemiddelde VO en de duur van de groeiperioden.

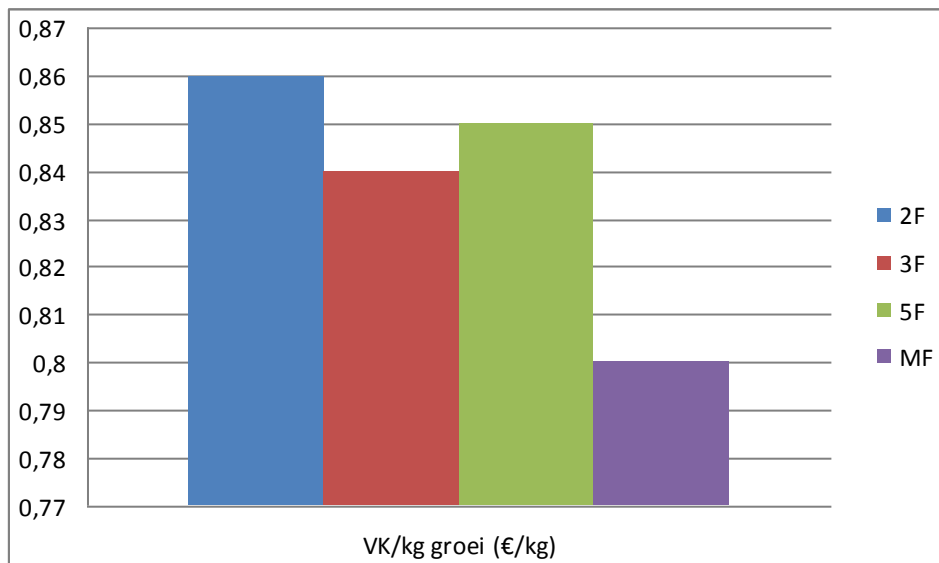
In de praktijk is het voeder in de eerste fase het duurste en daalt de kostprijs van het voeder in de opeenvolgende fasen. In deze proef werd het tegenovergestelde waargenomen. Het voeder in de eerste fase was namelijk het goedkoopste en de voeders in de volgende fasen waren duurder. Dit kan verklaard worden doordat in de demoproef enkel in de eerste fase gebruik gemaakt werd van sojaschroot. In de volgende fasen werd gebruik gemaakt van alternatieve eiwitbronnen. Erwten ( $\pm 21\%$  RE), koolzaadschroot ( $\pm 37\%$  RE), zonnebloemschroot ( $\pm 38\%$  RE) en tarweglutenvoer ( $\pm 14\%$  RE) zijn nochtans goedkoper dan sojaschroot ( $\pm 47\%$  RE). Maar deze alternatieven hebben een minder goede aminozuursamenstelling en een lager RE-gehalte dan sojaschroot. Hierdoor moet men van deze grondstoffen grotere hoeveelheden gebruiken om tot eenzelfde RE-gehalte en een optimale aminozuurverhouding voor vleesvarkens te komen, wat leidt tot een hogere kostprijs. Aardappelleiwit heeft een zeer hoog RE-gehalte ( $\pm 75\%$  RE) en een zeer goede aminozuursamenstelling, maar door de hoge kostprijs wordt het slechts in beperkte mate gebruikt. Momenteel zijn deze alternatieven in de praktijk economisch niet interessant om op te nemen in het voeder van vleesvarkens omdat ze een ongunstige voederwaarde-prijsverhouding hebben in vergelijking met sojaschroot.

In figuur 16 is voor de verschillende voederstrategieën de gemiddelde totale voederkostprijs per vleesvarken weergegeven. Hierin is te zien dat de kostprijs daalt naarmate het aantal fasen toeneemt met uitzondering van de vijfphasenvoeding. Tegen de verwachtingen in is de vijfphasenvoeding niet goedkoper dan de driephasenvoeding. De kostprijs van de multifasenvoeding was significant lager dan de kostprijs van de overige voederstrategieën.



**Figuur 16: Gemiddelde totale voederkostprijs per vleesvarken (€) voor de verschillende voederstrategieën**

Bij de gemiddelde voederkostprijs per kg groei in figuur 17 zien we de zelfde tendens als bij de totale voederkostprijs per vleesvarken.

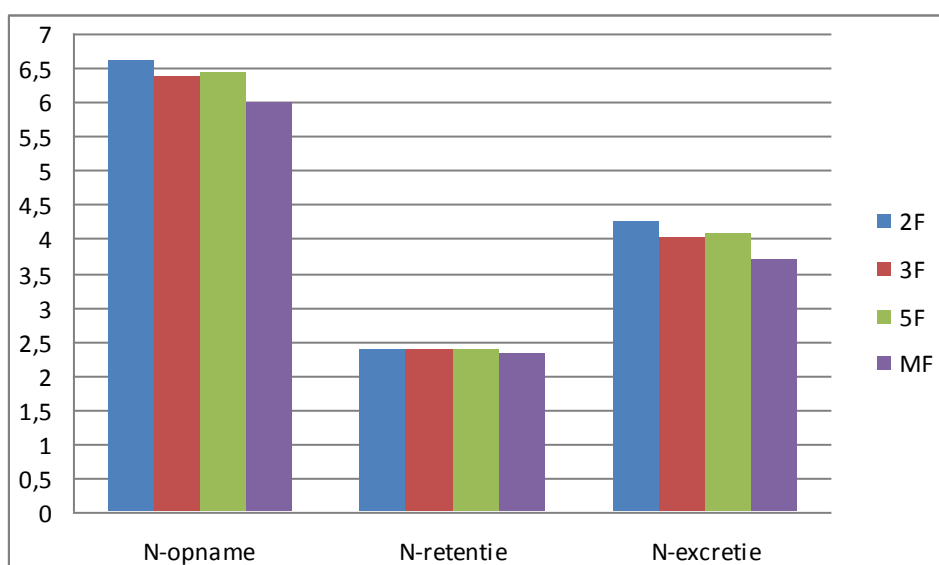


**Figuur 17: Gemiddelde voederkostprijs per kg groei (€) voor de verschillende voederstrategieën**

#### INVLOED OP DE STIKSTOFUITSCEIDING

De N-excretie werd berekend op basis van de N-opname en de N-retentie in het dier. De N-opname werd berekend op basis van de voederopname en het ruw eiwitgehalte in het voeder ( $RE = N \times 6,25$ ). Bij de bepaling van de N-retentie in het dier werd uitgegaan van een N-afzet van 2,04 kg bij 80 kg groei van 20 tot 100 kg. Voor de berekeningen is er vanuit gegaan dat er een N-afzet in het dier is van 25,5 g per kg groei.

In figuur 18 is de N-opname, N-retentie in het dier en de N-excretie voor de verschillende voederstrategieën weergegeven. Bij de N-excretie zien we dezelfde tendens als bij de voederkostprijs. De N-excretie daalt naarmate het aantal fasen toeneemt, met uitzondering van vijfphasenvoeding.



**Figuur 18: N-opname, N-retentie en N-excretie (kg) voor de verschillende voederstrategieën**

## INVLOED OP DE HOEVEELHEID BENODIGD SOJASCHROOT

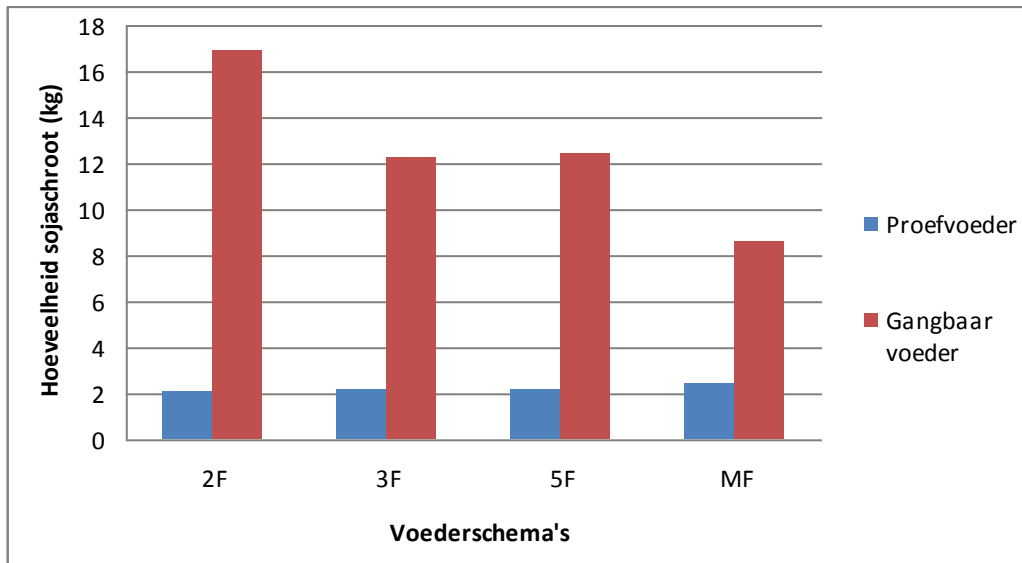
Om na te gaan wat de invloed is van de in de demoproef gebruikte voeders op de hoeveelheid benodigd sojaschroot, en dus de hoeveelheid die men moet importeren, werd de hoeveelheid sojaschroot per voederstrategie vergeleken met een gangbaar voeder. In tabel 16 is de hoeveelheid sojaschroot in het proefvoeder vergeleken met de samenstelling van een gangbaar voeder bij dezelfde voederstrategieën.

**Tabel 16: Hoeveelheid sojaschroot in de verschillende voeders van de verschillende voederstrategieën**

|                          | Hoeveelheid sojaschroot in het proefvoeder (%)   | Hoeveelheid sojaschroot in het gangbaar voeder (%)   |
|--------------------------|--|--|
| <b>Tweefasenvoeding</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20-45 kg: 4,65%</li> <li>• 45-110 kg: 0%</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20-50 kg: 10,12%</li> <li>• 50-110 kg: 5,44%</li> </ul>   |
| <b>Driefasenvoeding</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20-45 kg: 4,65%</li> <li>• 45-110 kg: 0%</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20-50 kg: 10,12%</li> <li>• 50-80 kg: 5,58%</li> <li>• 80-110 kg: 1,29%</li> </ul>  |
| <b>Vijffasenvoeding</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20-45 kg: 4,65%</li> <li>• 45-110 kg: 0%</li> </ul>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20-45 kg: 10,12%</li> <li>• 45-65 kg: 7,85%</li> <li>• 65-80 kg: 5,58%</li> <li>• 80-95 kg: 1,29%</li> <li>• 95-110 kg: 0%</li> </ul> |
| <b>Multifasenvoeding</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20-45 kg: 4,65%</li> <li>• Eiwitrijk voeder: 0%</li> <li>• Eiwitarm voeder: 0%</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• 20-45 kg: 10,12%</li> <li>• Mineralenrijk voeder: 5,58%</li> <li>• Mineralenarm voeder: 0%</li> </ul>                                 |

In figuur 19 is deze vergelijking tussen het proefvoeder en een gangbaar voeder (samenstelling voeder begin 2014) weergegeven van de totaal opgenomen hoeveelheid sojaschroot per voederstrategie. De gemiddelde hoeveelheid opgenomen sojaschroot werd geschat op basis van de gemiddelde voederopname. Hieruit kan men concluderen dat bij de tweefasenvoeding tot 8 keer meer sojaschroot wordt gebruikt in het gangbaar voeder dan in het proefvoeder. Bij drie- en vijffasenvoeding is dit 5,7 keer meer en bij multifasenvoeding is dit tot 3,5 keer meer. De benodigde hoeveelheid sojaschroot kan dus sterk verminderd worden door het gebruik van alternatieve eiwitbronnen.





**Figuur 19: Vergelijking van de hoeveelheid sojaschroot in de proefvoerders met een gangbaar tweefasenvoeder**

## CONCLUSIE

Volgens de literatuur zouden de voederkostprijs, de N-excretie en de afhankelijkheid van de soja-import dalen bij overgang van twee- naar meerfasenvoeding. De resultaten bevestigen deze veronderstellingen, met uitzondering van de vijfphasenvoeding.

Uit de proef blijkt dat het gebruik van meerfasenvoeding in combinatie met alternatieve eiwitbronnen in de voeding van vleesvarkens zeker mogelijk is, op voorwaarde dat deze alternatieve eiwitbronnen voldoende beschikbaar zijn. Verder onderzoek is noodzakelijk



## NUTTIGE BRONNEN

Ajinomoto Animal Nutrition, 2013, Ideal amino acid profile for piglets

Coffey, R.D., Parker, G.R., Laurent, K.M. (2000). Feeding growing-finishing pigs to maximize lean growth rate

Committee on nutrient requirements of swine, National research council (1998), Nutrient requirements of swine: 11<sup>th</sup> revised edition

Fremaut, D. (1997). Fasenvoeding in de varkenshouderij: wat staat op het menu vandaag?

Fremaut, D., Van Daele, A., Tylleman, A. & Vettenburg, N. (2003). *Meerfasenvoeding voor varkens* [brochure]. Brussel: Vlaamse overheid, Beleidsdomein Lanbouw en Visserij

Lessenreeks voeding in de varkenshouderij: kennis van varkensvoeding als sleutel tot rendabel voederen (2013). ([www.varkensloket.be](http://www.varkensloket.be))

Niemi, J.K., Sevon-Aimonen, M.J., Pietola, K. & Stalder, K.J. (2010). The value of precision feeding technologies for grow-finish swine, *Livestock Science*, 129, 13-23.

Millet S., Aluwé M., De Paepe M., De Brabander D. & Van Oeckel M. (2008). Optimale eiwit/aminozureniveaus voor vleesvarkens

Millet S. (2012). Voeding van intacte beren en immunocastraten, handouts studiedag beren castreren ([www.varkensloket.be](http://www.varkensloket.be))

Millet, S. (2013). Voedingsbehoefte van vleesvarkens in verschillende fases, studiedag meerfasenvoeding bij vleesvarkens ([www.varkensloket.be](http://www.varkensloket.be))

Pomar, C., Hauschild, L., Zhang, G.H., Pomar J. & Lovatto, P.A. (2011). Precision feeding can significantly reduce feeding cost and nutrient excretion in growing animals

Praktijkinformatie voor de varkenshouderij – 2010 ([www.varkensloket.be](http://www.varkensloket.be))

Van Krimpen, M.M & Van der Peet-Schwering, C.M.C (2004). Energie- en eiwitbehoefte van biologisch gehouden vleesvarkens, Praktijkrapport Varkens

Van der Peet-Schwering, C.M.C & Plagge, J.G. (1995). Effect van multifasenvoeding op de technische resultaten en het waterverbruik van borgen en zeugen, *proefverslag P1.140*.

Warnants, N., Van Oeckel, M.J., De Paepe, M. & De Brabander, D. (2005), Aminozurenbehoeften van big tot vleesvarken

Whittemore, C.T., Green, D.M. & Knap, P.W. (2001). Technical review of the energy and protein requirements of growing pigs: protein, *Journal of Animal Science*, 73, 363-373.