

Alternatieve eiwitbronnen in de voeding van vleesvarkens



COLOFON

Deze brochure is beschikbaar via de partners (zie p. 2) en te raadplegen via www.varkensloket.be

Vormgeving: Katrijn Ingels

Tekst: Katrijn Ingels, Dirk Fremaut, Luc Martens

Leescomité: Norbert Vettenburg, Suzy Van Gansbeke, Sam Millet

Foto's: PVL Bocholt; Hogeschool Gent – Proefhoeve Bottelare; Vlaamse Overheid, Departement Landbouw en Visserij

Gedrukt door: University Press, Zelzate

Versie: december 2013

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



Europees Landbouwfonds voor Plattelandsontwikkeling:
Europa investeert in zijn platteland



INHOUDSTAFEL

Colofon	1
Inhoudstafel	3
Lijst met afkortingen	5
Inleiding	6
Sojaproblematiek	7
Sojaketen	7
Problematiek	9
Situatie in Zuid-Amerika	9
Situatie in Europa	10
Mogelijke oplossingen	12
Eiwitbronnen in de varkensvoeding	17
Bijproducten van de oliewinning	17
Sojaschroot	17
Koolzaadschroot	20
Zonnebloempitschroot	23
Lijnzaadschilfers	24
Vlinderbloemigen	26
Erwten	26
Veldbonen	28
Lupinen	31
Bijproducten van de bio-ethanolproductie	33
DDGS	33
Bijproducten van de zetmeelindustrie	35
Aardappeleiwit	35
Tarwe- en Maïsglutenmeel	37
Dierlijke eiwitbronnen	39

Diermeel en Vleesbeendermeel	39
Vismeel	41
Andere	43
Zuivere aminozuren.....	43
Nuttige bronnen.....	44

LIJST MET AFKORTINGEN

ANF	Antinutritieele factoren
AZ	Aminozuren
DDGS	Dried Distillers Grains with solubles
DS	Droge stof
RC	Ruwe celstof
RE	Ruw eiwit
RVET	Ruw vet

INLEIDING

Stikstofuitscheiding en de Europese afhankelijkheid van soja-import zijn twee factoren die de laatste tijd sterk in de belangstelling staan in de varkenshouderij.

Vanwege de strengere bemestingsnormen en de impact van stikstof op het milieu is er meer interesse in meerfasenvoeding om de hoeveelheid stikstof in het voeder te beperken. De soja-import uit Zuid-Amerika staat sterk onder druk vanwege de nadelige invloed op het milieu en de lokale bevolking. Daarnaast wil Europa minder afhankelijk worden van de soja-import.

Het doel van het project '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.

De keuze voor een bepaalde grondstof in veevoeder is afhankelijk van de verhouding tussen de voederwaarde en de prijs. De grondstoffen die het meeste voederwaarde leveren voor de laagste kostprijs, worden opgenomen. Om sojaschroot te vervangen door alternatieve eiwitbronnen is het nodig dat deze alternatieven een gunstigere voederwaarde/prijs verhouding krijgen dan sojaschroot en er moeten voldoende volumes van deze producten beschikbaar zijn op de markt. De laatste jaren levert sojaschroot de meeste voederwaarde voor de laagste prijs. Omdat de prijzen van erwten, veldbonen en lupinen niet concurrerend zijn met deze van soja worden deze gewassen slechts op beperkte schaal geteeld. Sojaschroot wordt voornamelijk gebruikt voor de varkensvoeding en voor de voeding van leghennen en vleeskippen. Sojaschroot in rantsoenen voor varkens en pluimvee vervangen kan een grote invloed hebben op het totale sojaverbruik in Europa.

In deze brochure vindt u een beschrijving van de sojaproblematiek en situatie in Europa en een overzicht van de belangrijkste eiwitbronnen die in de varkensvoeding gebruikt kunnen worden om sojaschroot te vervangen.



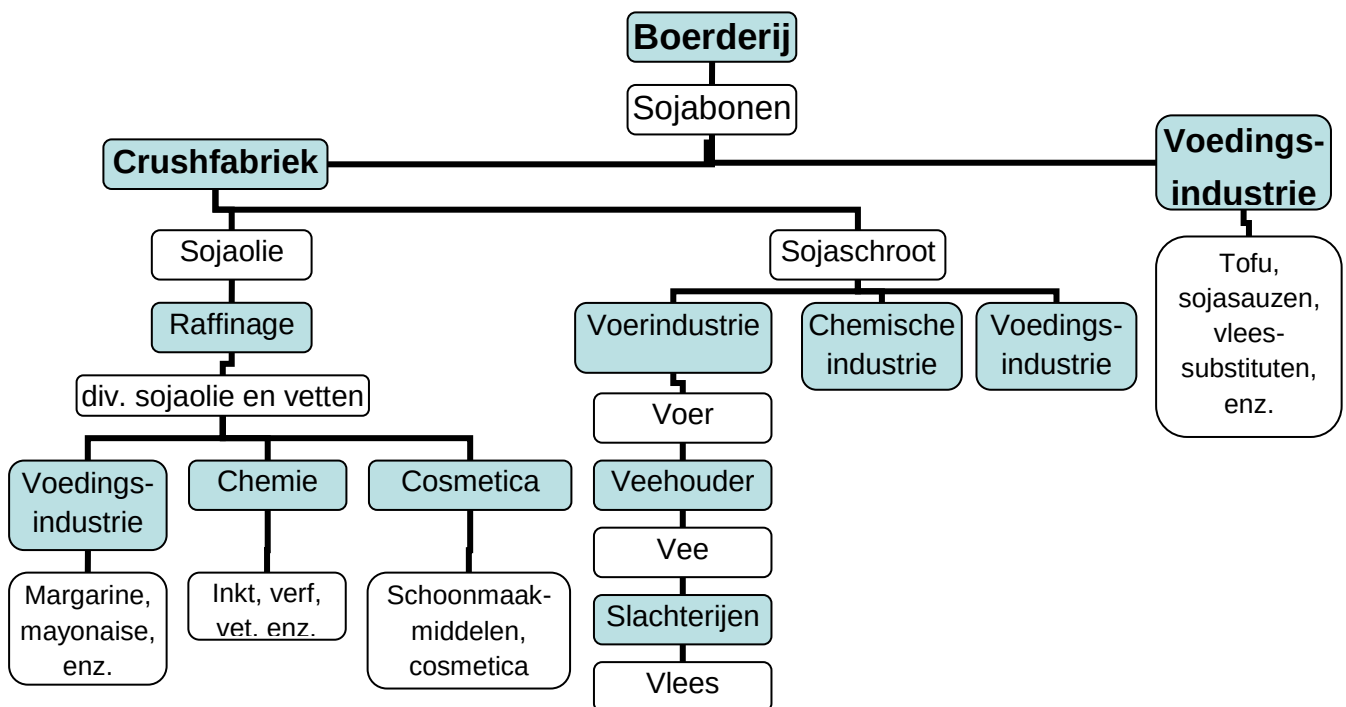
SOJAPROBLEMATIEK

Soja staat erg in de belangstelling zowel nationaal als internationaal. Sojaschroot is een interessante grondstof voor veevoeding door het hoge eiwitgehalte en doordat het vrijwel voor alle diersoorten bruikbaar is. Het is de belangrijkste eiwitbron voor varkens- en pluimveevoeders. Door een gebrek aan voldoende eigen eiwitrijke teelten is de Europese veevoederindustrie in grote mate afhankelijk van de soja-import uit de VS en Zuid-Amerika.

SOJAKETEN

Soja kan voor diverse doeleinden worden gebruikt. De sojaketen bestaat dan ook uit diverse schakels. 87% van de sojabonen op de wereldmarkt wordt gecrusht (geperst) en 13% wordt direct in de voedingsindustrie gebruikt. Na het crushen van de sojabonen krijgt men 18% sojaolie, 79% sojaschroot en 3% sojahullen.

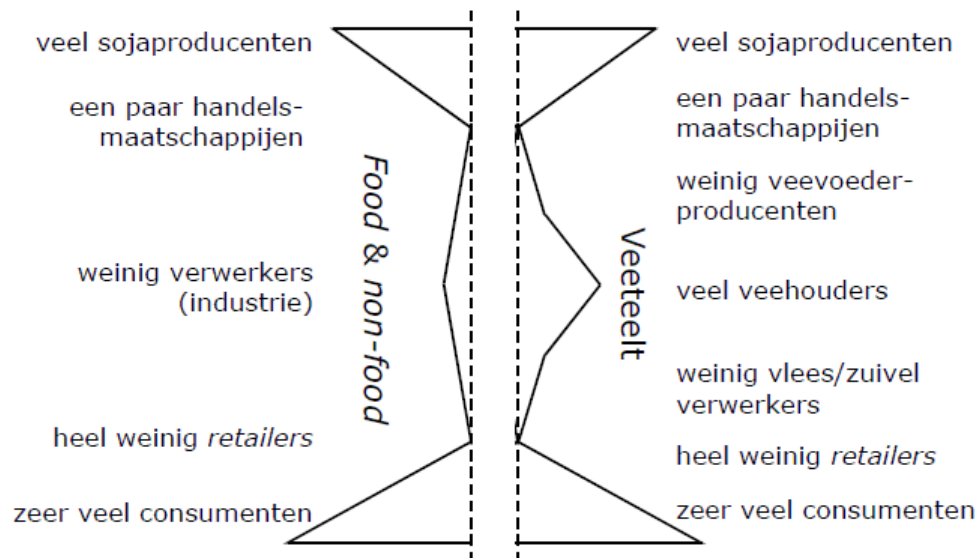
In onderstaande figuur is de algemene sojaketen weergegeven. Sojaschroot wordt voornamelijk gebruikt in veevoeder. Sojaolie kan gebruikt worden in de voedingsindustrie voor de productie van margarine, sauzen, enz. Daarnaast kan het ook gebruikt worden in verschillende industriële toepassingen zoals verf, inkt, cosmetica, enz.



Figuur 1: De sojaproductieketen

Soja wordt als bulkproduct verhandeld op de wereldmarkt. De prijsvorming gebeurt op de 'Chicago Board of Trade' op basis van meetbare producteigenschappen zoals het eiwitgehalte.

De sojaketen kan men visueel voorstellen in de vorm van een zandloper (figuur 2). Voor de voedsel- en industriële keten is er een brede top van sojaproductenten, een smal middenstuk van multinationals die de verwerking en handel voor hun rekening nemen en een brede basis van miljoenen consumenten. In de veeteeltketen heeft men ook veel producenten en consumenten. En daarnaast ook nog eens een grote groep landbouwers die voorzien worden van soja door een klein aantal veevoederfabrikanten en die leveren aan een beperkt aantal zuivelbedrijven en slachterijen.



Figuur 2: Zandloperstructuur sojaketen (Nederlandse sojacoalitie)

Productie en verwerking.

De belangrijkste productielanden zijn de VS, Argentinië en Brazilië. Deze drie landen zijn samen goed voor 80% van de wereldproductie en zijn netto-exporteur. In China en India wordt 10% van de wereldproductie geteeld. De laatste 20 jaar is de productie van soja op wereldschaal met 60% gestegen. In 2012 bedroeg de wereldproductie 262 miljoen ton soja, met een gemiddelde opbrengst van 2,3 ton sojabonen per hectare. De opbrengst kan wel sterk verschillen tussen de producerende landen.

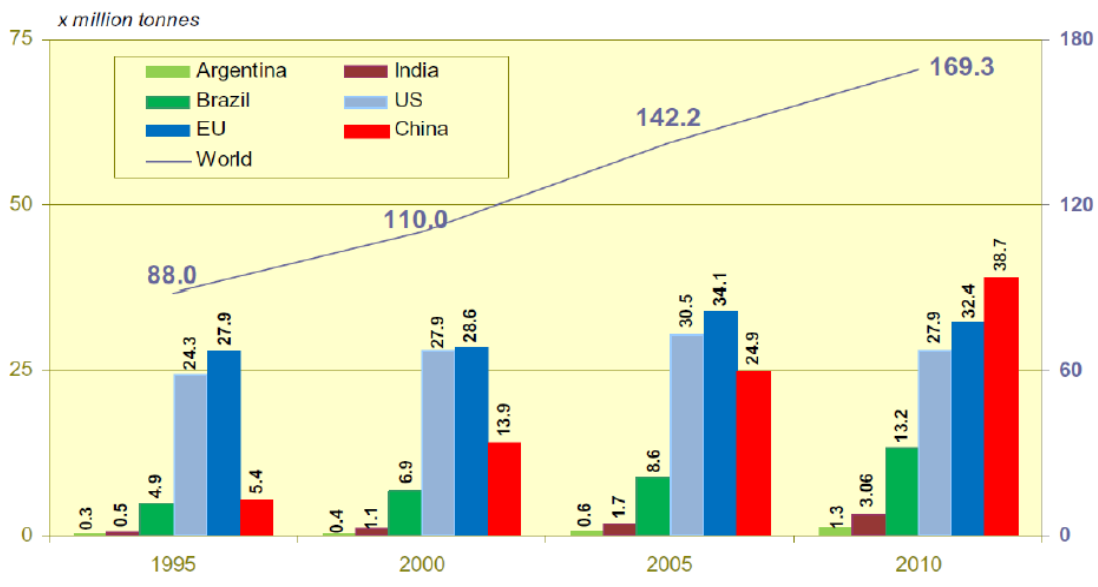
De verwerking van de sojabonen vindt plaats in de productielanden zelf, of na export in de importerende landen. Brazilië en de VS exporteren voornamelijk sojabonen, Argentinië exporteert voornamelijk schroot en olie.

Import

Europa is met een gemiddelde productie van 1 miljoen ton sojabonen een relatief kleine producent. De belangrijkste Europese productielanden zijn Italië, Rusland, Oekraïne en Roemenië. De Europese productie is niet voldoende om aan de Europese vraag te voldoen. Door het Europese verbod op dierlijk eiwit in de veevoeding in 2001 is de vraag naar soja sterk gestegen en dus ook de import. Er wordt jaarlijks dan ook gemiddeld 39 miljoen ton soja geïmporteerd in Europa, dit is 97,5 % van de benodigde hoeveelheid. Binnen Europa is de belangrijkste importeur Nederland, met een

gemiddelde import van 9 miljoen ton soja per jaar. 80% van de geïmporteerde soja wordt in Europa gebruikt als eiwitbron in de veevoeding onder de vorm van sojaschroot.

De belangrijkste importeur in de wereld is China. Door de stijgende welvaart is de laatste 15 jaar de hoeveelheid soja die geïmporteed wordt verzevenvoudigd (zie figuur 3). In 2011 importeerde China 54 miljoen ton soja en produceerde het zelf nog eens gemiddeld 15 miljoen ton sojabonen.



Figuur 3: Consumptie van sojaschroot in de periode 1995-2010 (Liba)

PROBLEMATIEK

Doordat 3 landen voor 80% van de wereldproductie zorgen is er een onevenwicht in de sojaketen. Dit brengt zowel in de producerende als importerende landen een aantal problemen met zich mee.

SITUATIE IN ZUID-AMERIKA

De stijgende vraag naar soja en de teelt in monocultuur zorgt in de producerende landen, voornamelijk in Zuid-Amerika, voor een groot aantal problemen.

Om aan de stijgende vraag naar soja te kunnen voldoen, is steeds meer landbouwareaal nodig. Dit leidt tot grootschalige **ontbossing van het amazonewoud**. Zo werd tussen 2003 en 2005 ongeveer tweemaal de volledige oppervlakte van België (70.000km²) ontbost voornamelijk voor veeteelt en de teelt van soja. Om deze ontbossingen zo snel mogelijk gedaan te krijgen, wordt vaak gebruik gemaakt van illegale bosbranden die men moeilijk of niet onder controle kan houden. Door de ontbossing geraken de resterende natuurgebieden versnipperd en is er een verlies aan biodiversiteit omdat het natuurlijk evenwicht verstoord wordt. De teelt van soja verdampt 4 keer zoveel water als het amazonewoud waardoor de bodem uitdroogt, sneller opwarmt en er verwoestijning optreedt.

De grootschalige sojateelt zorgt ook voor een aantal **sociaaleconomische problemen**. Zo moet de lokale voedselvoorziening vaak wijken voor de sojaproductie en daalt de voedselzekerheid in deze gebieden. De werkomstandigheden zijn vaak zeer slecht en door de teelt van soja verdwijnt ook een groot deel van de werkgelegenheid. De productie is voornamelijk in handen van grote bedrijven, waar kleine familiebedrijven vaak voor moeten wijken en de mensen soms zelf letterlijk van hun land gejaagd worden. Doordat het om grootschalige teelten gaat, is de teelt sterk gemechaniseerd en heeft men minder mankrachten nodig. Hierdoor is er een drastische daling van de werkgelegenheid en een stijging van de armoede.

De meeste soja is **genetisch gemodificeerd (GGO)**, respectievelijk 93%, 75% en 100% van de geteelde soja in de VS, Brazilië en Argentinië is GGO. De GGO-soja is resistent tegen het herbicide glyfosaat (roundup ready sojabonen) waardoor het onkruid wordt aangetast bij toepassing maar de soja niet. De teelt zorgt niet voor een hogere opbrengst per hectare, maar het voordeel zit vooral in het teeltgemak door de resistentie tegen herbiciden. De GGO-soja zorgt dus voor een hoger gebruik van deze middelen, wat nadelig kan zijn voor het milieu en voor de lokale bevolking. De export van Braziliaanse sojabonen en –schroot gaat vooral naar Europa. De Argentijnse export van sojabonen is vooral georiënteerd op China; er wordt bijna niet geëxporteerd naar Europa. Dit komt omdat China de GGO-soja accepteert, terwijl dit in Europa slechts beperkt is toegestaan. Slechts 14% van de sojaproductie op de wereldmarkt is afkomstig van niet-GGO-soja.

Daarnaast zorgt de import van soja voor een **ongebalanceerde stikstof- en fosfaatkringloop**. Het zorgt voor een overschot aan stikstof en fosfaat in de importerende landen en veroorzaakt zo vervuiling van grond- en oppervlaktewater. De mest afkomstig van het vee dat met geïmporteerde soja is gevoerd, blijft in het desbetreffende land. In de productielanden zorgt het voor een uitputting van de mineralen in de bodem die daar niet meer terug in het milieu komen. Hierdoor is de kringloop niet gesloten.

Doordat soja in monocultuur geteeld wordt en door de niet gesloten stikstof- en fosfaatkringloop wordt de bodem uitgeput en minder vruchtbaar. Ter compensatie wordt vaak gebruik gemaakt van grote hoeveelheden **kunstmest**, dit met nadelige gevolgen voor het milieu en de inwoners van deze gebieden.

SITUATIE IN EUROPA

Europa is maar een kleine sojaproductent, hierdoor is het slechts voor 25-30% zelfvoorzienend in eiwitten voor de veevoeding. Deze eiwitten worden geteeld op slechts 3% van het Europese landbouwareaal. Het tekort aan soja- en eiwitproductie in Europa en de concentratie van de wereldproductie in 3 landen zijn belangrijke risicofactoren in Europa, vooral de afhankelijkheid van de import. Europa is afhankelijk van de productiecapaciteit van een beperkt aantal belangrijke leveranciers.

Dat Europa zo afhankelijk is van import voor eiwitbronnen komt door twee handelsakkoorden die tot stand zijn gekomen om de toegang van de Amerikaanse soja op de Europese markt te garanderen. Het eerste akkoord ‘Europees gebonden nultarief op oliezaden’ zorgt ervoor dat er in tegenstelling tot andere landbouwproducten zoals suiker, geen invoerheffingen moeten betaald worden, wat de prijs voor oliehoudende zaden lager houdt. Daarnaast is er nog een tweede akkoord, het ‘Blair House

Agreement', dat beperkingen oplegde voor de Europese zelfvoorziening in oliezaden. De gesubsidieerde Europese oliezadenproductie moest hierdoor beperkt worden tot een areaal van vijf miljoen hectare met een maximum productievolume van vijftien miljoen ton. Dit was veel minder dan dat Europa verbruikte. Hoewel het 'Blair House Agreement' blijft gelden is er sinds het gemeenschappelijk landbouwbeleid van 2008 niet langer een beperking voor het Europese areaal aan oliezaden. De dag van vandaag wordt het grootste deel van de Europese soja geïmporteerd uit Zuid-Amerika en niet meer uit de VS, waardoor deze akkoorden dus eigenlijk geen invloed meer mogen zouden hebben.

Er werden in Europa reeds verschillende pogingen ondernomen om de teelt van eiwitbronnen te stimuleren, maar zonder succes door de concurrentie van soja. Van 1978 tot 1992 gaf Europa ondersteuning voor de teelt van eiwitrijke gewassen via een gegarandeerde minimumprijs voor de teler en een subsidie voor de veevoederfabrikant, waardoor het areaal sterk steeg. Maar in 1993 werd de minimumprijs voor de teler afgeschaft en vervangen door hectaresteen. De subsidie voor de veevoederfabrikant werd ook afgeschaft. Sinds 2000 is ook de hectaresteen afgeschaft en daalde het areaal sterk. Toch wil men blijven proberen om in Europa een eigen eiwitbeleid uit te bouwen. In Vlaanderen heeft de Vlaamse overheid hiervoor het 'Actieplan Alternatieve Eiwitbronnen' 2011-2015 (AAE)' opgesteld, hiermee worden o.a. de landbouwers gestimuleerd en gesensibiliseerd om lokaal meer eigen eiwitteelten te verbouwen. Het Gemeenschappelijk landbouwbeleid (GLB) vanaf 2014 verplicht de landbouwers er toe om de diversificatie van de gewassen te verhogen, hierin kunnen alternatieve eiwitbronnen en de teelt van soja bijdragen.

De daling van de hoeveelheid niet-GGO-soja op de wereldmarkt zorgt ervoor dat er in de toekomst een tekort aan soja kan ontstaan in Europa. In Europa mogen enkel de GGO-variëteiten die erkend zijn ingevoerd worden, voor de andere variëteiten geldt een nultolerantie. In Europa zijn al jaren geen nieuwe variëteiten meer erkend, hierdoor is de aanvoer van soja, maïs en koolzaad uit Canada en de VS zo goed als stopgezet. In Europa wordt dus grotendeels soja geïmporteerd uit Zuid-Amerika, maar daar wordt de situatie ook stilaan problematisch. Omdat China en India GGO-soja wel aanvaarden, hebben de VS en Canada andere afzetmogelijkheden en liggen ze dus niet wakker van Europa. Om een antwoord te bieden op mogelijke tekorten in de toekomst zal Europa ofwel meerdere GGO-variëteiten moeten aanvaarden of zelf soja of alternatieven telen.

Niet alleen de Europese Unie wil minder afhankelijk zijn van de soja-import, ook de consument legt een steeds groter wordende druk op de landbouw en industrie. De consument wil een duurzame productie van vlees, dit betekent dat de kringloop moet sluiten en dat het grootste deel of alle grondstoffen uit Europa zelf zou moeten komen.

MOGELIJKE OPLOSSINGEN

De stijgende vraag naar soja veroorzaakt voornamelijk in de productielanden problemen. Deze problemen kan men reduceren door in de producerende landen de teelt te verbeteren en in de importerende landen de vraag naar soja te reduceren.

PRODUCERENDE LANDEN

In de Zuid-Amerika kan men de verdere ontbossing en sociaaleconomische problemen beperken door de productie van soja te verbeteren. Dit kan men bereiken door een beter gebruik van de gronden te promoten door grondbewerkingen, geïntegreerde bestrijding, vruchtwisseling, enz. Hierdoor kan een snelle bodemdegradatie tegengegaan worden en kan de sojaopbrengst per hectare verhoogd worden.

EUROPA

Door Europa minder afhankelijk te maken van de soja-import kan men bijdragen aan een beperking van de problemen, die door de stijgende vraag naar soja veroorzaakt worden. Naast Europa, zouden ook de andere importerende landen hun steentje moeten bijdragen. Om de afhankelijkheid van de soja-import te reduceren zijn er een aantal mogelijke oplossingen.

Één van de mogelijke oplossingen is **de teelt van soja in Europa**. In een aantal Oost- en Zuid-Europese landen wordt al langer soja geteeld. Er zijn ook een groot aantal rassen geregistreerd op de Europese rassenlijst. Maar soja heeft onder de Europese omstandigheden een vrij lang groeiseizoen. In West-Europa zijn de klimaatomstandigheden minder geschikt voor de teelt van soja en zijn er nog onvoldoende goede rassen beschikbaar. Er is nood aan vroege rassen voor de teelt in West-Europa. Maar doordat het nog maar weinig geteeld is in deze gebieden, is er ook weinig veredeling voor verricht. Er is bovendien weinig gekend over teelttechniek en de opbrengsten zijn vaak te laag om rendabel te zijn. Door zelf soja te telen kan Europa meer zelfvoorzienend worden en daalt de ecologische voetafdruk. Daarnaast past de teelt ook in het Gemeenschappelijk landbouwbeleid vanaf 2014, dat meer diversificatie in teelten oplegt.

Een andere oplossing is **de teelt van alternatieve eiwitbronnen** zoals de vlinderbloemigen erwten, veldbonen en lupinen. Door de afschaffing van de Europese steun worden deze gewassen slechts in beperkte mate in Europa geteeld en zijn ze te beperkt voorradig om te gebruiken in de veevoeding. De eiwitopbrengst per hectare is laag en er is een hoog teeltrisico aan verbonden. Momenteel is de kostprijs voor het zelf telen van de vervangers duurder dan de kostprijs om soja te importeren. Deze alternatieven zouden dus gestimuleerd moeten worden door de opbrengst per hectare te verhogen en/of de telerprijs te verhogen. Maar deze oplossing heeft ook een keerzijde. Door de teelt van alternatieven gaat er een deel van het areaal, dat voor andere gewassen wordt gebruikt, verloren. Dit kan een tekort aan andere gewassen doen ontstaan. In een Nederlandse studie werd een simulatie uitgevoerd om te berekenen hoeveel areaal men nodig zou hebben om een deel van de soja te vervangen. Zo zou men bijvoorbeeld voor de teelt van erwten tussen de 0,8 en 1,4 miljoen ha nodig hebben om een deel van de soja te vervangen. Maar het totale akkerbouwareaal bedraagt in Nederland maar 1 miljoen ha. Omwille van ziekten kunnen erwten maar om de 5 jaar geteeld worden op hetzelfde perceel, waardoor het maximale areaal maar

200.000 ha zou zijn. Dit zou een totale vervanging van het Nederlandse graanareaal betekenen. Omdat ze met graan moeten concurreren, zou men bij stimulering van de teelt een maximaal areaal van 50.000 ha kunnen verwachten, wat slechts 4-6% is van het benodigde areaal. Deze simulatie wijst er op dat er ergens anders in Europa alternatieven gezocht moeten worden.

Er zijn nog **andere alternatieven** zoals bijproducten van de oliewinning (koolzaad- en zonnebloemschroot), de bio-ethanolproductie (DDGS) en de voedingsindustrie (aardappeleiwit) die gebruikt kunnen worden ter vervanging van sojaschroot. Er gebeurt ook onderzoek naar het gebruik van insecten en algen in de veevoeding. Maar het gebruik van alternatieven in de veevoeding is enkel interessant als men een hoog eiwitgehalte heeft tegen een aantrekkelijke prijs, en dit is niet het geval bij de huidige marktprijzen.

Door het **gebruik van dierlijke bijproducten** terug toe te laten in Europa zou de hoeveelheid geïmporteerde soja gereduceerd kunnen worden. Sinds 2001 geldt er een totaal verbod op het gebruik van dierlijke bijproducten in de voeding van landbouwhuisdieren waardoor de vraag naar sojaschroot sterk is gestegen. Zo werd door het verbod 16 miljoen ton diermeel vervangen door 23 miljoen ton sojaschroot. Wanneer dierlijke bijproducten toegelaten zijn, heeft men ook nog sojaschroot nodig maar in minder grote hoeveelheden. Daarnaast kan door het gebruik van dierlijk eiwit de nutriëntenkringloop gesloten worden, wat bijdraagt tot een duurzame productie. Want op wereldschaal dreigt de fosfaatvoorraad uitgeput te raken. Dierlijk eiwit bevat veel fosfor die voor 80% verteerbaar is. Vóór het verbod zorgde dierlijk eiwit voor 57% van de fosforvoorziening van varkens en pluimvee. Maar nu heeft men enkel nog plantaardig eiwitbronnen waarbij fosfor slechts voor 30-50% verteerbaar is, dit kan verbeterd worden door toevoeging van het enzym fytase. Door het verbod is de vraag naar anorganische fosfor en fytase gestegen.

Men moet niet enkel op zoek gaan naar alternatieven voor de teelt van soja, maar men kan in de varkensvoeding ook gebruik maken van **precisie- of meerfasenvoeding**. De eiwitbehoefte van vleesvarkens daalt naarmate de dieren ouder worden. Door het voeder beter af te stemmen op de behoeften van de dieren in functie van de leeftijd en het gewicht, kan men het eiwitgehalte in het voeder verlagen en zo de hoeveelheid benodigde sojaschroot reduceren.

Teelt van soja in Europa

De Europese sojateelt is slechts 1% van de wereldproductie. De productie vindt voornamelijk plaats in een aantal Oost- en Zuid-Europese landen. De gemiddelde opbrengsten liggen hier tussen 2 en 3,5 ton/ha. In jaren met een warme en zonnige (na)zomer kan men opbrengsten realiseren tot 3,5 ton/ha. In minder gunstige jaren krijgt men slechts opbrengsten van 2 ton/ha.



Figuur 4: De teelt van sojabonen (Ingels Katrijn)

Het gewas groeit het best in warme, vochtige streken en men vindt het dus oorspronkelijk in (sub)tropische gebieden. Onder Europese omstandigheden heeft het gewas een vrij lang groeiseizoen. Het moet voor half april gezaaid worden om op tijd te kunnen afrijpen. Het gewas is vorstgevoelig en vroeg zaaien geeft dus ook risico op vorstschade. Het vochtgehalte bij de oogst is ook vaak te hoog voor bewaring waardoor de sojabonen nog moeten nagedroogd worden. De klimaatomstandigheden in Noordwest-Europa zijn dus minder geschikt voor een optimale sojateelt. Voor de teelt in Noordwest-Europa zijn rassen met een korter groeiseizoen nodig, deze rassen brengen minder op dan latere rassen.

De opbrengsten van soja in Europa zijn aanzienlijk lager dan deze van erwten en veldbonen. Om soja interessant te maken in Europa moet de telerprijs en/of de gewasopbrengst verhoogd worden. Daarnaast is er nood aan nieuwe rassen met een kort groeiseizoen die beter aangepast zijn aan de Europese teeltomstandigheden.

Teelt van erwten in Europa

Erwten kunnen onder verschillende klimaatomstandigheden en op diverse grondsoorten geteeld worden. Er bestaan diverse soorten, in Europa wordt vooral de droge erwt geteeld. De erwten zijn voornamelijk bestemd voor de groentenverwerking en slechts een klein deel gaat naar de veevoeding.

In 2012 was het areaal aan erwten in Europa 1.976.268 ha. Wereldwijd is Europa de grootste producent na Canada. De teelt van droge erwten vindt in Europa voornamelijk plaats in Frankrijk,

Spanje, Duitsland en Groot-Brittannië. Deze 4 landen zijn samen goed voor 71% van het Europese erwtenareaal. De opbrengsten variëren echter wel sterk per land en per teeltgebied (van 1 ton/ha in Spanje tot 4,5 ton/ha in Frankrijk). In onze gebieden liggen de gemiddelde opbrengst tussen de 4,5 en 5 ton per ha.

Door veredeling zijn het opbrengstniveau en de oogstzekerheid verbeterd, maar beide zijn nog steeds minder dan bij granen. Het verschil in opbrengst met granen (7-9 ton) is nog vrij groot. Ondanks de iets hogere telerprijs voor erwten is dit niet voldoende om te concurreren met graangewassen. Het oogst risico is door schimmelziekten, onkruid en vogels bij erwten ook veel groter. Een teeltrotatie van 1 op 5 of 1 op 6 is noodzakelijk om problemen met ziektes te vermijden.

Teelt van veldbonen in Europa

Veldbonen worden in Europa voornamelijk geteeld in Groot-Brittannië, Frankrijk, Spanje, Italië en Duitsland. Veldbonen kunnen onder diverse klimaatomstandigheden geteeld worden waardoor ze in verschillende landen geteeld worden, zowel voor menselijke consumptie als voor veevoeder. Veldbonen zijn droogtegevoelig waardoor ze niet overal in Europa even gemakkelijk geteeld kunnen worden. In Noordwest-Europa zijn de teeltomstandigheden het gunstigst.

In 2012 bedroeg het Europese areaal 263.487 ha. De opbrengsten variëren sterk van 1,2 ton/ha in Spanje tot 3,9 ton/ha in Frankrijk. In Nederland en België ligt de opbrengst hoger (5,5-6 ton/ha). Hierbij speelt de hoeveelheid neerslag in het groeiseizoen waarschijnlijk een belangrijke rol.

Net zoals bij erwten is het verschil in opbrengstniveau met granen nog steeds vrij groot. De iets hogere telerprijs voor veldbonen is evenmin voldoende om het gewas concurrerend te maken met granen. Het oogst risico is ook groter dan bij granen. Diverse schimmelziekten, onkruid, insecten en droogte kunnen een tegenvallende opbrengst veroorzaken. Ze kunnen net zoals erwten ook slechts om de 5 à 6 jaar op hetzelfde perceel geteeld worden. Door veredeling zou men het opbrengstniveau en de oogstzekerheid kunnen verbeteren.

Teelt van lupinen in Europa

In Europa zit de teelt van lupinen in de lift door de ontwikkeling van rassen met een laag gehalte aan alkaloiden. In 2012 werden in Europa ongeveer 154.000 ha lupinen verbouwd. De belangrijkste producenten zijn hierbij Duitsland (witte en gele lupinen), Polen (gele lupinen), Spanje (witte lupinen) en Frankrijk (witte lupinen).

De teelt van lupinen kan niet concurreren met erwten en veldbonen, en zeker niet met granen. Dit komt door de lage opbrengsten, door de late afrijping van het gewas en door de hoge vochtgehalten bij de oogst. Door veredeling heeft men wel rassen met hogere opbrengsten bij de witte lupinen ontwikkeld, maar deze opbrengst is nog niet voldoende om concurrentieel te zijn.

Op wereldschaal is Australië de grootste lupineproducent (85% van de wereldproductie), het zijn voornamelijk blauwe lupinen die daar geteeld worden. Het grootste gedeelte van de wereldproductie wordt naar Europa geëxporteerd voor de productie van veevoerders.

Teelt van koolzaadschroot in Europa

In Europa wordt voornamelijk winterkoolzaad geteeld. Enkel in streken met een zeer streng winterregime zoals Scandinavië wordt zomerkoolzaad geteeld. Het Europese areaal bedroeg in 2012 8.239.855 ha. Frankrijk en Duitsland zijn de grootste Europese producenten met elk een areaal van 1,2 miljoen ha, daarnaast is Groot-Brittannië ook nog een belangrijke producent. Duitsland en Frankrijk hebben een groot areaal aan koolzaad doordat in deze landen de overheid de teelt stimuleert door fiscale voordelen voor biobrandstoffen. De laatste jaren is er in Oost-Europa meer belangstelling voor de teelt van koolzaad, voornamelijk in Wit-Rusland en Roemenië. Dit door de stijgende belangstelling voor biobrandstoffen (pure plantaardige olie of biodiesel). Momenteel wordt het grootste deel van de wereldproductie van koolzaadolie nog voor menselijke consumptie gebruikt. In Europa wordt koolzaadolie voornamelijk gebruikt als grondstof voor margarine, als bakolie en als spijsolie.



Figuur 5: De teelt van koolzaad (Vlaamse Overheid, Departement Landbouw en Visserij)

De gemiddelde opbrengst schommelt rond de 3,6 ton per hectare. In het teeltplan van akkerbouwers zou koolzaad voornamelijk moeten concurreren met graangewassen. Er is dus een groot verschil in opbrengstniveau.

Europa zou graag meer biobrandstoffen gebruiken. Volgens de Europese richtlijn hadden de Europese landen een aandeel van 2% biobrandstoffen op het totaal aantal brandstoffen moeten halen in 2005 en 5,75% in 2010. Europa streeft nu naar 10% biobrandstoffen in 2020.

Op basis van de richtlijnen voor 2005 werd in Nederland nagegaan welk areaal hiervoor zou nodig zijn. Op basis van een gemiddelde opbrengst van 3,3 ton per hectare en het gemiddelde verbruik van brandstoffen, zou er in Nederland 109.000 ha koolzaad nodig zijn. Bij een hogere opbrengst (4 ton per ha) zou men 80.000 ha nodig hebben. In Nederland zou er slechts 50-65% van het benodigde areaal beschikbaar kunnen zijn voor de teelt van koolzaad. Voor uitbreiding van de koolzaadteelt in Europa zal de opbrengst moeten stijgen. Daarnaast zal het saldo aantrekkelijker moeten worden aangezien de koolzaadteelt moet concurreren met de graangewassen met een hoog saldo.

EIWITBRONNEN IN DE VARKENSVOEDING

Sojaschroot is de belangrijkste eiwitbron in de varkensvoeding. Maar naast sojaschroot zijn er nog een aantal andere eiwitbronnen die gebruikt kunnen worden. Weliswaar bevatten de meeste alternatieven niet zoveel eiwit en aminozuren als sojaschroot. Bij de samenstelling van een rantsoen spelen zoals eerder besproken nog een aantal andere factoren een rol zoals de beschikbaarheid en de prijs van deze alternatieven.

BIJPRODUCTEN VAN DE OLIEWINNING

Sojabonen, koolzaad en zonnebloemen worden voornamelijk geteeld voor de olie. Maar na de oliewinning blijft er nog een interessant bijproduct over, namelijk het schroot, wat een interessante grondstof is voor de veevoeding.

SOJASCHROOT

SAMENSTELLING

Soja is een eenjarig gewas dat sojabonen levert met een hoog eiwitgehalte (40%) en een oliegehalte van 19-20%.



Figuur 6: sojaschroot (Vlaamse overheid, Departement Landbouw en Visserij)

Na de oliewinning heeft sojaschroot een ruw eiwitgehalte (RE) van 43-49% en bevat het ongeveer 2% vet. Het is een zeer hoogwaardige eiwitbron door het hoog eiwitgehalte met een zeer goede verteerbaarheid (90%) en gebalanceerde aminozuursamenstelling. In tabel 1 is de Weende analyse van sojaschroot weergegeven.

Tabel 1: Weende analyse sojaschroot RC 50-70 g/kg, RE <450 g/kg (CVB,2007)

Samenstelling (g/kg DS)	(Gemiddelde ± standaardafwijking)
Droge stof (g/kg)	876 ± 4
Ruwe as	62 ± 4
Ruw eiwit	430 ± 11
Ruw vet	22 ± 4
Ruwe celstof	61 ± 4
Overige koolhydraten	300

Sojaschroot levert alle essentiële aminozuren voor vleesvarkens. Het heeft in vergelijking met om het even welke andere eiwitbron zeer hoge gehalten aan lysine en tryptofaan. Het gehalte aan deze twee aminozuren is relatief laag in de meeste granen, waardoor sojaschroot hierbij een zeer goede aanvulling levert. De verteerbaarheid is voor alle aminozuren zeer goed, deze kan beïnvloed worden door de warmtebehandeling die het soja-eiwit ondergaat. Warmtebehandeling is noodzakelijk voor toepassing in de diervoeding om de antinutritieve factoren (ANF) te inactiveren. Om na te gaan of er geen oververhitting is gebeurd kan men de verhouding tussen lysine en RE bepalen. De ideale lysine/RE verhouding is tussen de 6 en 6,5. Wanneer de verhouding minder dan 6 is, is er oververhitting tijdens de warmtebehandeling gebeurd. Een donkere kleur van het sojaschroot kan hiervoor een indicatie zijn.

ANTINUTRITIONELE FACTOREN

In sojaschroot komen een aantal antinutritieve factoren (ANF) voor die een nadelige invloed kunnen hebben op de voederopname en de verteerbaarheid van nutriënten. De ANF die voorkomen in sojaschroot zijn: trypsineremmers, lectines, oligosachariden, fytaat en immunogene eiwitten.

Trypsineremmers

Trypsineremmers zijn de belangrijkste ANF in sojabonen. Ze hebben een invloed op chymotrypsine en trypsine, 2 enzymen die een belangrijke rol spelen bij de eiwitvertering. Ze vormen stabiele, inactieve complexen en zorgen zo voor een verminderde activiteit van (chymo)trypsine. Trypsineremmers bevatten hoge hoeveelheden cysteïne en induceren een toename van de secretie van pancreasenzymen die rijk zijn aan cysteïne. Hierdoor neemt de behoefte aan zwavelhoudende aminozuren (methionine en cysteïne).

De concentratie aan trypsineremmers is relatief hoog in sojabonen in vergelijking met andere eiwitbronnen. Trypsineremmers zijn warmtelabiel en door de hoge concentratie is het noodzakelijk om rauwe sojabonen met warmte te behandelen voordat ze gebruikt worden in diervoeding. Een ideale warmtebehandeling zou de ANF voldoende moeten inactiveren en tegelijk de beschikbaarheid van de essentiële aminozuren behouden. Het sojaschroot dat gebruikt wordt in de diervoeding wordt dan ook standaard getoast, zodat er geen nadelige invloeden zijn van de ANF.

Lectines

Lectines hebben in de plant een fysiologische (herkenning van de rhizobium bacteriën) en een afwerende functie. In het dier zijn het eiwitten die koolhydraten kunnen binden. In sojaschroot binden ze aan de receptoren van epitheelcellen in de darm en veroorzaken ze zo ernstige beschadiging van de darmwand waardoor verteringsprocessen verstoord worden. Lectines zijn hittelabel en worden vernietigd door het toastproces.

Oligosachariden

Oligosachariden zijn niet verteerbare koolhydraten die gefermenteerd worden door de microflora in de dikke darm. Hierbij worden vluchtige vetzuren, koolstofdioxide, waterstof en methaan gevormd. Hierdoor kunnen ze bij varkens en kippen flatulentie of winderigheid veroorzaken. Oligosachariden zorgen voor een toename van de viscositeit (kleverigheid) van de digesta (voederbrij) waardoor de interactie met de verteringsenzymen in de darm daalt. Hierdoor daalt vooral de eiwitverteerbaarheid, maar men kan ook algemeen een gereduceerde vertering waarnemen. Daarnaast kunnen ze nog een verminderde voederopname of zelf weigering van voederopname en buikpijn veroorzaken. In sojaschroot komen raffinose en stachyose voor. Ze maken 4-6% uit van de DS. Ze worden niet beïnvloed door de warmtebehandeling van het sojaschroot.

Fytaat

Sojaschroot bevat 0,5 tot 0,7% totale fosfor. De verteerbaarheid van deze fosfor is minder dan 40%. Dit komt doordat het grootste deel van deze fosfor voorkomt onder de vorm van fytaat. Het kan metaalionen aan zich binden en kan zo de ijzer- en zinkabsorptie remmen. Fytaat is niet verteerbaar door het dier. Door toevoeging van het enzym fytase aan het voeder voor vleesvarkens kan deze verteerbaarheid verbeterd worden tot 60-70%.

Immunogene of antigene eiwitten

Sojaschroot bevat de immunogene of antigene eiwitten glycine en β -conglycine. Deze zijn enkel schadelijk voor jonge dieren. Ze veroorzaken overgevoeligheidsreacties, waarmee morfologische veranderingen in de darm gepaard gaan zoals verkleining van het absorptieoppervlak (afplatten van de darmvlokken) en vergroting (hyperplasie) van de instulpingen. Deze morfologische veranderingen kunnen zorgen voor een verminderde absorptie van de nutriënten, groeidepressie en diarree.

HET GEBRUIK VAN SOJASCHROOT IN DE VARKENSVOEDING

Bij pasgespeende biggen moet men de hoeveelheid sojaschroot beperken. Ze tolereren soja-eiwit niet zo goed door de aanwezigheid van immunogene eiwitten. Wanneer gespeende biggen grote hoeveelheden sojaschroot krijgen, gaat dit vaak gepaard met een gereduceerde groei, daling van de nutriëntenverteerbaarheid en diarree. Voor pas gespeende biggen wordt sojaschroot dus best gelimiteerd tot 15-20%. Daarna kan men het inmengingpercentage geleidelijk laten toenemen tot 20-25 kg. Vanaf dan kan men sojaschroot als enige eiwitbron gebruiken.

KOOLZAADSCHROOT

Koolzaad (*Brassica napus*) behoort tot de familie van de kruisbloemigen. Koolzaad bevat 42% olie. Na de oliewinning blijven er nog interessante restproducten over, de toepassingsmogelijkheden hiervan zijn afhankelijk van het productieproces. Deze restproducten kan men als eiwitbron gebruiken ter vervanging van sojaschroot. Men onderscheidt hierbij koolzaadkoek, het restproduct dat na koude persing nog 11-20% vet bevat; koolzaadschilfers, het restproduct dat na warme persing nog 6-10% vet bevat en koolzaadschroot, het restproduct dat na warme persing + extractie nog 1-4% vet bevat. Het vetgehalte is bepalend voor de energie-inhoud van het restproduct. Hoe hoger het vetgehalte, hoe hoger de energiewaarde. Koolzaadschroot heeft een lager oliegehalte, maar een hoger eiwitgehalte dan koolzaadkoek. Het ruwe eiwitgehalte van de restproducten is duidelijk lager dan dat van sojaschroot: koolzaadschroot bevat gemiddeld 34-39% RE, schilfers 30-34% en koek 26-30%. In de diervoeding is koolzaadschroot het meest gebruikte restproduct.

Bij een opbrengst van 3 ton per hectare heeft men 1,7 ton koolzaadschroot als bijproduct. Wanneer de olie veresterd wordt tot biodiesel krijgt men per hectare ongeveer 1200 kg biodiesel en 120 kg glycerine, een ander restproduct dat vooral in de chemische industrie wordt gebruikt.



Figuur 7: Koolzaadschroot (Vlaamse Overheid, Departement Landbouw en Visserij)

SAMENSTELLING

Koolzaadschroot bevat 38% RE met een verteerbaarheid van 77% voor varkens, dit is lager dan bij sojaschroot en erwten. Dit doordat het vezelgehalte in koolzaadschroot tot 3 keer hoger is dan in sojaschroot, wat zorgt voor lagere waarden voor verteerbare en metaboliseerbare energie. Maar koolzaadschroot is wel rijker aan de meeste B-vitamines en essentiële mineralen. In tabel 2 is de Weende analyse weergegeven.

Producten zoals raapzaadschroot en canola hebben een gelijkaardige samenstelling als koolzaadschroot.

Tabel 2: Weende analyse koolzaadschroot, RE > 380 g/kg (CVB, 2007)

Samenstelling (g/kg DS)	(Gemiddelde ± standaardafwijking)
Droge stof (g/kg)	906 ± 19
Ruwe as	84 ± 6
Ruw eiwit	388 ± 6
Ruw vet	16 ± 7
Ruwe celstof	115 ± 16
Overige koolhydraten	303

Koolzaadschroot is arm aan lysine en rijk aan methionine en cysteïne. Hierdoor kan het als aanvulling gebruikt worden bij grondstoffen die arm zijn aan methionine en cysteïne zoals vlinderbloemigen. De verteerbaarheid van de meeste aminozuren is lager dan bij sojaschroot door de hogere vezelinhoud. Met uitzondering van methionine en cysteïne die een gelijkaardige verteerbaarheid hebben in soja- en koolzaadschroot. Oudere vleesvarkens kunnen de aminozuren in koolzaadschroot beter verteren dan jonge vleesvarkens.

ANTINUTRITIONELE FACTOREN

De belangrijkste ANF in koolzaad zijn erucazuur en glucosinolaten. Daarnaast komen er ook nog andere ANF voor zoals tannines, sinapine, saponines en fytinezuur. Koolzaadschroot heeft een lager gehalte aan ANF dan koek en schilfers doordat het op het einde van het productieproces nog een toasting ondergaat.

Erucazuur

Erucazuur is een ongewenst vetzuur bij het gebruik van koolzaadolie voor humane consumptie. Het is namelijk langzaam en moeilijk verteerbaar in het menselijk lichaam en kan hartproblemen, leververvetting en spijsverteringsproblemen veroorzaken. Wanneer koolzaadolie voor andere doeleinden zoals brandstoffen of smeeroliën wordt gebruikt, is erucazuur niet nadelig en is de aanwezigheid zelfs gewenst omdat rassen die erucazuur bevatten een hoger oliegehalte hebben.

Glucosinolaten

Glucosinolaten zijn zwavelhoudende afweerstoffen van de plant tegen slakken. Na extractie van de olie blijven ze over in het restproduct. Op zich zijn glucosinolaten niet giftig maar wanneer er vocht aanwezig is en door inwerking van het enzym thioglucosidase/myrosinase, worden er giftige en bittere hydrolyseproducten gevormd zoals thiocynaat, nitrile en goitrine. Het enzym myrosinase is van nature aanwezig in koolzaad en in de microflora van het maag-darmkanaal. De hydrolyseproducten verstoren de schildklierfunctie en de jodiumopname van de dieren, kunnen hypertrofie van de lever, nieren en schildklier veroorzaken en geven daarnaast een bittere smaak en mosterdgeur aan het voeder, waardoor ze de voederopname nadelig kunnen beïnvloeden. De hoeveelheid glucosinolaten in koolzaad varieert sterk, afhankelijk van de variëteit en de oorsprong. Bij rassen met een laag glucosinolaatgehalte heeft men deze problemen niet. De maximale norm voor glucosinolaten is 20 µmol/g voeder voor het gebruik in diervoeding

Door het warm persen van koolzaad ondergaat het een warmtebehandeling. Dit is niet noodzakelijk voor inactivatie van de ANF aangezien deze niet warmtegevoelig zijn. Maar het is wel goed voor

inactivatie van het enzym myrosinase. Het gehalte aan erucazuur en glucosinolaten kan men enkel door plantenveredeling beïnvloeden. Door intense selectieprogramma's in Europa zijn dubbelnulrassen ontstaan. Hierbij is het erucazuurgehalte gedaald tot minder dan 2% en het glucosinolaatgehalte moet onder de norm van 20 $\mu\text{mol/g}$ liggen, maar dit is bij de huidige rassen al tot 6 $\mu\text{mol/g}$ gedaald. Hierdoor kan het nagenoeg olievrije restproduct na het persen als eiwitbron in de diervoeding worden opgenomen zonder verlies aan verteerbaarheid en opneembaarheid.

Overige

Het tanninegehalte in koolzaadschroot schommelt tussen 1,5 en 3%. Tannines zijn vooral aanwezig in de zaadhuid en hebben de eigenschap de eiwitverteerbaarheid te drukken. Sinapine (gemiddeld 1,5%) is net zoals tannine een fenolachtige verbinding. Het gehalte aan saponines varieert van 0,5 tot 3%. Deze zeepachtige stoffen zorgen voornamelijk bij rundvee voor negatieve effecten doordat ze tympanie kunnen veroorzaken. Het fytaatgehalte in koolzaadproducten is vrij hoog (2-5%), en kan de beschikbaarheid van fosfor en zink verminderen.

HET GEBRUIK VAN KOOLZAADSCHROOT VOOR VLEESVARKENS

Voor de varkensvoeding zijn enkel rassen met een laag glucosinolaatgehalte bruikbaar. Het voeder mag niet meer dan 3 mmol glucosinolaten per kg bevatten, anders heeft dit negatieve effecten op de voederopname en de groei.

Wanneer men vetrijke koolzaadproducten gebruikt, moet men opletten dat men het maximale inmengingpercentage van 15% vet in het totale rantsoen niet overschrijdt. Teveel vet kan namelijk een effect hebben op de oxidatiegevoeligheid en consistentie van het lichaamsvet. Dit effect is meer uitgesproken bij dieren met een hoge mager vleesaanzet, omdat de voedervetten minder verdund worden door eigen aangemaakte vetzuren. Varkens van het mager type mogen niet meer dan 2% koolzaadolie in het voeder krijgen en vette varkens niet meer dan 4%.

De inmengingpercentages voor koolzaadschroot die men in de literatuur terugvindt, variëren doordat men niet in alle studies gebruik maakt van dubbelnulrassen. Wanneer men geen gebruik maakt van dubbelnulrassen zijn de inmengingpercentages lager en beperkt men de hoeveelheid best tot 5 à 10%. Als men dubbelnulrassen gebruikt, dan kan men 25-30% koolzaadschroot opnemen in het voeder voor zowel jonge als oudere vleesvarkens. Of zelfs koolzaadschroot als enige eiwitbron gebruiken voor vleesvarkens vanaf 60 kg als men de lysine- en jodiumvoorziening controleert.

SAMENSTELLING

Zonnebloempitschroot is een bijproduct van de oliewinning uit zonnebloemzaden. De nutritionele waarde van zonnebloempitschroot hangt af van de olie-inhoud van het zaad, van de efficiëntie van de olie-extractie en van de temperatuur tijdens de behandeling. Het bevat na de olie-extractie nog een hoog gehalte aan vetten (18%) met een hoog aandeel onverzadigde vetten, die een verzachting van het rugvet bij varkens kunnen veroorzaken.

Ontdopt zonnebloempitschroot heeft een RE-gehalte van gemiddeld 38%. Dit eiwitgehalte is vergelijkbaar met dat van lupinen en koolzaadschroot. Zonnebloempitschroot heeft een relatief laag lysine- en threoninegehalte en een hoog gehalte aan de zwavelhoudende aminozuren en tryptofaan (% van het totale eiwit) in vergelijking met sojaschroot. De samenstelling van ontdopt zonnebloempitschroot is weergegeven in tabel 3.

Tabel 3: Weende analyse zonnebloempitschroot, RC < 1600 g/kg, ontdopt (CVB, 2007)

Samenstelling (g/kg DS)	(Gemiddelde ± standaardafwijking)
Droge stof (g/kg)	891 ± 6
Ruwe as	66 ± 5
Ruw eiwit	382 ± 10
Ruw vet	18 ± 3
Ruwe celstof	148 ± 6
Overige koolhydraten	277

Het grootste nadeel van zonnebloempitschroot is het hoge vezelgehalte (ruwe celstof) van 22-24%. Dit hoog vezelgehalte zorgt voor een reductie van de passagetijd door het verteringsstelsel. En daarnaast kunnen vezels slijtage van de darmmucosa veroorzaken en zo de aminozuurbehoefte verhogen voor de synthese van de mucosacellen (darmslijmvlies) in de darm (behoefte aan endogeen eiwit). Wanneer zonnebloempitschroot meer dan 20% vezels (ruwe celstof) bevat, wordt de gemiddelde dagelijkse groei gereduceerd en heeft men een hogere voederconversie. De negatieve effecten kan men vermijden door ontdopping. Hierbij wordt het vezelgehalte gereduceerd en neemt het RE-gehalte toe. Als men bijvoorbeeld door ontdopping het vezelgehalte kan reduceren van 19,1 naar 14% kan het RE-gehalte stijgen van 40 naar 46%. Hierdoor neemt ook de concentratie aan aminozuren toe, bijvoorbeeld het lysinegehalte kan stijgen van 1,21 naar 1,42% en het gehalte aan zwavelhoudende aminozuren van 1,53 naar 1,89%. Ondanks dat ontdopping het RE-gehalte doet stijgen, heeft het geen invloed op de ileale eiwitverteerbaarheid. De eiwitverteerbaarheid van ontdopt of niet ontdopt is dus ongeveer gelijk. In vergelijking met andere oliehoudende zaden bevat zonnebloem een hoger vezelgehalte, een lager energiegehalte en een lager gehalte aan aminozuren.

ANTINUTRITIONELE FACTOREN

Zonnebloemzaden en –schroot bevatten geen gekende ANF.

Voor varkens moet men zonnebloempitschroot gebruiken met een laag vezelgehalte en een hoger eiwitgehalte. Zonnebloemschroot met een laag vezelgehalte kan 25-50% van het sojaschroot in varkensvoeding vervangen zonder nadelige invloed op de groeiprestaties en karkaskwaliteit. Wanneer men meer dan 50% sojaschroot vervangt door zonnebloempitschroot, is aanvulling met zuivere aminozuren of grondstoffen die rijk zijn aan lysine noodzakelijk. Dit is vooral belangrijk in het begin van de afmestfase. Bij hogere inmengingpercentages moet men wel het totale vetgehalte van het rantsoen in de gaten houden. Hoge vetgehalten kunnen zorgen voor een verminderde vleeskwiteit (zachter rugvet met een hoger gehalte aan linoleenzuur). In de praktijk in Vlaanderen gebruikt men veel lagere gehalten, namelijk gemiddeld 5 à 7%.

LIJNZAADSCHILFERS

Lijnzaadschilfers zijn een bijproduct van de oliewinning uit lijnzaad, het zaad van vlas.

SAMENSTELLING

Lijnzaadschilfers bevatten ongeveer 30% RE dat redelijk goed verteerbaar is (78%). De samenstelling is vergelijkbaar met die van koolzaad, maar het RE-gehalte is lager en hierdoor is de totale aminozuurbalans armer. Lijnzaadproducten hebben een laag gehalte aan lysine en tryptofaan. In onderstaande tabel is de weende analyse van lijnzaadschilfers weergegeven.

Tabel 4: Weende analyse lijnzaadschilfers (CVB, 1998)

Samenstelling (g/kg DS)	(Gemiddelde ± standaardafwijking)
Droge stof (g/kg)	899 ± 14
Ruwe as	56 ± 5
Ruw eiwit	311 ± 18
Ruw vet	77 ± 13
Ruwe celstof	102 ± 9
Overige koolhydraten	353

Lijnzaadproducten zijn rijk aan omega-3 vetzuren, wat het een interessante grondstof maakt. Daarnaast heeft lijnzaad een gunstige invloed op de spijsverteringsorganen en op het haarkleed.

ANTINUTRITIONELE FACTOREN

Linamarine

Lijnzaad bevat de cyanogene glycosiden linustatine, neolinustatine en linamarine. Deze bestanddelen worden afgebroken door het enzym β -glucosidase in de dikke darm en hierbij wordt waterstofcyanide of blauwzuur gevormd. Blauwzuur kan optreden als een sterke inhibitor van de luchtwegen. Door hittebehandeling worden de glycosiden niet aangetast maar kan het enzym β -glucosidase wel afgebroken worden en kan zo de vorming van blauwzuur voorkomen worden.

Linamarine is het belangrijkste glycoside, het komt voornamelijk voor in onrijpe zaden die geen hittebehandeling hebben ondergaan. Grote hoeveelheden linamarine kunnen een negatieve invloed hebben op de dierprestaties. In rijp lijnzaad komt het in mindere mate of zelf niet voor, dit kan gevoerd worden zonder hittebehandeling. De hoeveelheid linamarine in lijnzaad kan variëren van 0 tot 300mg/kg.

Linatine

Lijnzaad bevat een vitamine B6 antagonist, namelijk linatine. De concentratie varieert van 20-100 mg/kg. Soms kan men symptomen van vitamine B6 deficiëntie waarnemen bij vleeskuikens. Daarom wordt het aangeraden om rantsoenen die lijnzaad bevatten te supplementeren met vitamine B6 (pyroxidine) om potentiële negatieve effecten te voorkomen.

Mucines

In lijnzaad komen ook mucines of slijmstoffen voor. Deze stoffen zitten voornamelijk in de buitenste schil van het zaad, en maken ongeveer 8% van de DS van het zaad uit. Deze kunnen schadelijk zijn voor jonge dieren. Het zijn wateroplosbare, onverteerbare, slijmerige koolhydraten die water absorberen en de viscositeit van de digesta kunnen verhogen. Hierdoor kan de spijsvertering van jonge dieren verstoord worden.

Bij oudere dieren kunnen deze mucines voor positieve effecten zorgen. Lijnzaad wordt dan ook vaak gebruikt voor zijn therapeutische effecten. Doordat het een stijging van de viscositeit van de digesta veroorzaakt, heeft het een laxerende werking. Hierdoor kan constipatie worden tegengegaan en het kan ook spijsverteringsfuncties verbeteren.

HET GEBRUIK VAN LIJNZAADSCHILFERS VOOR VLEESVARKENS

Bij jonge dieren moet het gebruik beperkt worden door de aanwezigheid van de ANF. In het startrantsoen van jonge biggen moet men de hoeveelheid beperken tot maximum 5%. Bij grotere hoeveelheden vertonen de dieren gereduceerde prestaties.

Voor vleesvarkens kan men tot 10% lijnzaad of lijnzaadproducten opnemen in het voeder zonder negatieve effecten op de prestaties. In de praktijk wordt de hoeveelheid beperkt tot 7%. Want bij hogere percentages kan de slachtkwaliteit beïnvloed worden doordat lijnzaadschilfers kunnen zorgen voor zacht en geel spek. Daarnaast kan het gebruik van teveel onverzadigde vetzuren leiden tot een afwijkende smaak of geur van het vlees door de afbraak van de vetzuren.

Het vetzuurprofiel van het vlees en vet kan beïnvloed worden door de bron van vet in het eten. Lijnzaadproducten zijn rijk aan de gunstige omega-3 vetzuren. Hierdoor kan het vetzuurprofiel van het vlees veranderen. Lijnzaadproducten kunnen de opbouw van omega-3 vetzuren in het vlees bevorderen. Wel kunnen ze ook zorgen voor zacht en geel spek.

ERWTEN

Erwten zijn eenjarige planten die behoren tot de familie van de vlinderbloemigen. Voor varkens gebruikt men enkel ronde erwten die rijp geoogst worden.



Figuur 8: De teelt van erwten (Hogeschool Gent, Proefhoeve Bottelare)

SAMENSTELLING

Het gemiddelde gehalte aan ruw eiwit schommelt rond de 21-22% met een hoge verteerbaarheid van 83-86%. Daarnaast zorgt het hoge gehalte aan verteerbare energie er ook voor dat erwten een goed voedermiddel zijn. In onderstaande tabel is de Weende analyse weergegeven.

Tabel 5: Weende analyse erwten (CVB, 2007)

Samenstelling (g/kg DS)	(Gemiddelde $\pm$ standaardafwijking)
Droge stof (g/kg)	867 $\pm$ 9
Ruwe as	28 $\pm$ 2
Ruw eiwit	211 $\pm$ 11
Ruw vet	10 $\pm$ 2
Ruwe celstof	53 $\pm$ 5
Overige koolhydraten	565

Erwten bevatten hoge gehalten aan de belangrijkste aminozuren met uitzondering van de zwavelhoudende aminozuren (methionine en cysteïne) en tryptofaan. De verteerbaarheid van de meeste aminozuren is vergelijkbaar met de verteerbaarheid bij sojaschroot. Met uitzondering van methionine, cysteïne, tryptofaan en threonine die een lagere verteerbaarheid hebben. Erwten

hebben een lysinegehalte (% van het totale eiwit) dat hoger is dan dat van maïs en tarwe maar lager dan dat van sojaschroot. Door het hoge lysinegehalte zijn erwten uitermate geschikt als aanvulling bij grondstoffen met een laag lysine gehalte en een hoog methionine en cysteïne gehalte zoals koolzaadschroot en granen.

ANTINUTRITIONELE FACTOREN

Het gebruik van erwten wordt beperkt door de aanwezigheid van antinutritieële factoren. Erwten bevatten de volgende ANF: trypsineremmers, lectines, tannines, oligosachariden en fytaat. De concentratie aan ANF kan sterk variëren tussen de verschillende variëteiten. Witbloemige erwten hebben een hogere beschikbaarheid aan energie en aminozuren dan gekleurde variëteiten en ze bevatten weinig tot geen tannines wat ze beter geschikt maakt voor de varkensvoeding.

Trypsineremmers

Trypsineremmers in erwten zorgen voor dezelfde effecten als bij sojaschroot, namelijk een lagere schijnbare en gestandaardiseerde ileale verteerbaarheid van methionine en cysteïne. Erwten bevatten wel tot 80% minder trypsineremmers dan rauwe sojabonen

Trypsineremmers, tannines en lectines zijn warmtegevoelig en kunnen geïnactiveerd worden door warmtebehandeling. Door de warmtebehandeling kan de verteerbaarheid van de aminozuren en ruw eiwit verbeterd worden, maar dit is geen noodzaak bij erwten. In tegenstelling tot soja kunnen erwten wel rauw gevoederd worden.

Tannines

Tannines en gecondenseerde tannines zijn fenolverbindingen die voorkomen in de zaadhuid. Ze interfereren met de eiwit- en zetmeelverteerbaarheid. Ze vormen namelijk complexen met eiwitten in het voeder en met verteringsenzymen. Daardoor kan de activiteit van eiwitachtige verteringsenzymen geremd worden of de secretie van endogene eiwitten gestimuleerd worden en zorgen ze dus voor een verminderde schijnbare ileale verteerbaarheid van het ruw eiwit en de aminozuren. Daarnaast zorgen ze ook voor een bittere smaak en kunnen ze de voederopname beïnvloeden.

Gekleurde variëteiten hebben een hogere tannine-inhoud dan witbloemige variëteiten. Bij erwten vind men hoge hoeveelheden tannines in bruine erwten. Maar in groene en gele erwten zijn de hoeveelheden verwaarloosbaar.

Fytaat

Erwten bevatten gemiddeld 0,40% fosfor met een gemiddelde verteerbaarheid van 55%. Ongeveer de helft van deze fosfor is aanwezig als fytaat en is dus niet beschikbaar voor het dier. Wanneer men fytase toevoegt aan het voeder kan men de verteerbaarheid van fosfor in erwten met 10-15% verbeteren.

De literatuur toont aan dat het gebruik van erwten voor vleesvarkens mogelijk is als alternatieve voedingsbron. Uit verschillende studies blijkt dat erwten geen significante nadelige effecten hebben op de prestaties van vleesvarkens. De meeste studies raden een maximaal inmengingpercentage van 15-20% aan in het startvoeder en 20-30% in het vleesvarkenvoeder. Dat men hogere gehalten kan gebruiken in het voeder voor vleesvarkens dan in het startvoeder komt doordat de verteerbaarheid van erwten stijgt naarmate de dieren ouder worden. In verschillende wetenschappelijke studies spreekt men zelfs van 30-50% erwten zonder nadelige effecten. Het maximale inmengingpercentage is afhankelijk van het basisrantsoen en welke grondstoffen door erwten vervangen worden. In de praktijk wordt in Vlaanderen vaak slechts 7,5% erwten opgenomen in het voeder voor biggen en 15% voor vleesvarkens.

VELDBONEN

Veldbonen of paardebonden zijn eenjarige planten die, net zoals erwten, behoren tot de familie van de vlinderbloemigen.



Figuur 9: De teelt van veldbonen (Hogeschool Gent, Proefhoeve Bottelare)

SAMENSTELLING

Veldbonen zijn een goede eiwitbron met gemiddeld 27,5% RE voor witbloeiende en 25% RE voor bontbloeiende rassen. Het RE-gehalte is hoger dan bij erwten doordat veldbonen een langere N-fixatie periode zouden hebben. Bij witbloeiende rassen is de verteerbaarheid van het ruw eiwit gemiddeld 82%, bij bontbloeiende rassen 79%. In tabel 6 en 7 zijn de Weende analyses weergegeven voor witbloeiende en bontbloeiende variëteiten.

Tabel 6: Weende analyse paardebonden, witbloeiend en bontbloeiend (CVB, 2007)

Samenstelling (g/kg DS)	Witbloeiende veldbonen (Gemiddelde $\pm$ standaardafwijking)	Bontbloeiende veldbonen (Gemiddelde $\pm$ standaardafwijking)
Droge stof (g/kg)	872	863 $\pm$ 14
Ruwe as	35 $\pm$ 5	34 $\pm$ 4
Ruw eiwit	275 $\pm$ 43	251 $\pm$ 17
Ruw vet	14	14 $\pm$ 5
Ruwe celstof	79	79 $\pm$ 11
Overige koolhydraten	469	485

Veldbonen bevatten eiwit met een relatief goed aminozuurpatroon. Het gehalte aan lysine en threonine is hoog, maar de gehalten aan tryptofaan, methionine en cysteïne zijn suboptimaal. De gestandaardiseerde ileale verteerbaarheid van alle aminozuren in veldbonen is lager dan bij lupinen en sojaschroot. Witbloeiende variëteiten hebben hogere gehalten aan aminozuren met een verteerbaarheid die 3-19% hoger is dan bij bontbloeiende rassen. Dit komt doordat gekleurde variëteiten meer vezels bevatten dan witbloeiende variëteiten. En de ileale verteerbaarheid van de aminozuren daalt wanneer de vezelinhoud toeneemt. Dit komt doordat de endogene verliezen aan RE en aminozuren versterkt worden bij een hogere vezelinhoud. Daarnaast komt de hogere schijnbare ileale verteerbaarheid bij witbloeiende rassen ook doordat deze een lagere tannine-inhoud hebben.

ANTINUTRITIONELE FACTOREN

Ook in veldbonen zijn verschillende ANF aanwezig zoals trypsineremmers, tannines, saponines, oligosacchariden, lectines, fytaat, vicine en convicine.

Tannines

Net zoals bij erwten interfereren de tannines in veldbonen met de eiwit- en zetmeelverteerbaarheid doordat ze complexen vormen met eiwitten in het voeder en verteringsenzymen. Daarnaast zorgen ze samen met saponines voor een bittere smaak. Dit vermindert de smakelijkheid van de veldbonen doordat ze kunnen binden met de eiwitten (glycoproteïnen) in het speeksel. Als de inhoud aan gecondenseerde tannines in het voeder daalt, dan is er een lineaire stijging van de gestandaardiseerde ileale verteerbaarheid van het RE en de aminozuren. Lagere waarden voor de gestandaardiseerde ileale verteerbaarheid in de gekleurde variëteiten zijn waarschijnlijk het resultaat van hun hogere tannine-inhoud.

Door plantenveredeling zijn zero-tannine rassen ontwikkeld die 1% of minder tannines bevatten. Wanneer het tanninegehalte laag genoeg is, heeft het geen nadelige invloed op de eiwit- en zetmeelverteerbaarheid.

Saponines

Saponines zorgen samen met tannines voor een bittere smaak. Daarnaast veroorzaken ze een verhoogde permeabiliteit van de dunne darmmucosa, wat kan leiden tot een remming van het actieve nutriëntentransport door de wand van de dunne darm. Gekleurde variëteiten zouden tot 2 keer meer saponines bevatten dan witte variëteiten.

Vicine en convicine

Vicine en convicine zijn op zich niet giftig maar kunnen door hydrolyse in het maag-darmkanaal omgevormd worden naar de toxische metabolieten divicine en isouramil. Deze hebben niet veel invloed op de voederopname en gestandaardiseerde ileale verteerbaarheid van het RE en de aminozuren van veldbonen bij vleesvarkens. Ze kunnen bij zeugen wel het aantal geboren biggen sterk reduceren. Vicine en convicine zijn hitteresistent, maar door plantenveredeling hebben nieuw ontwikkelde rassen een laag vicine- en convicinegehalte.

Fytaat

Bij veldbonen komt 60% van de fosfor voor onder de vorm van fytaat.

Oligosachariden

Oligosachariden die aanwezig zijn in veldbonen zijn stachyose, verbascose en raffinose. Deze zorgen net zoals bij sojaschroot voor flatulentie of winderigheid.

Lectines

Het belangrijkste lectine dat bij veldbonen aanwezig is, is Phaseolus hemagglutinine. Dit lectine kan acute toxische verschijnselen bij varkens veroorzaken zoals diarree en overgeven. Daarnaast zorgt het algemeen voor een verminderde groei. Lectines kunnen geïnactiveerd worden door hittebehandeling. Er zou geen verschil zijn tussen de lectine activiteit bij witte en gekleurde rassen. De lectine activiteit in veldbonen is wel lager dan in sojaschroot.

Trypsineremmers

De hoeveelheid trypsineremmers in veldbonen is een stuk lager dan in sojabonen. Door de lage hoeveelheid in veldbonen hebben de trypsineremmers geen belangrijke nutritionele invloed. Witbloeiende variëteiten bevatten hogere gehalten dan de bontbloeiende variëteiten.

HET GEBRUIK VAN VELDBONEN VOOR VLEESVARKENS

Het maximale inmengingpercentage voor veldbonen is sterk afhankelijk van het tanninegehalte. In de varkensvoeding maakt men het best gebruik van witbloeiende rassen of zero-tannine variëteiten. Gekleurde of niet-zero-tannine variëteiten kunnen een negatief effect hebben op de zoötechnische prestaties van de dieren door de aanwezigheid van de ANF. In de literatuur raadt men een maximum inmengingpercentage van 20-30% veldbonen voor vleesvarkens aan. Dit is wel net zoals bij erwten afhankelijk van het basisrantsoen en welke grondstoffen door veldbonen vervangen worden. In Vlaanderen wordt het inmengingpercentage in de praktijk beperkt tot 5% voor biggen en 7,5% voor vleesvarkens.

Lupinen behoren net zoals erwten en veldbonen tot de familie van de vlinderbloemigen. Er zijn drie soorten die gebruikt worden in diervoeding: *Lupinus albus* of de witte lupine, *Lupinus angustifolius* of de blauwe lupine en *Lupinus luteus* of de gele lupine.



Figuur 10: De teelt van gele en blauwe lupinen (Hogeschool Gent, Proefhoeve Bottelare)

Het zijn peulvruchten met een hoog gehalte aan ruw eiwit (37-38%) in vergelijking met veldbonen en erwten, maar het RE-gehalte is nog steeds lager dan in sojaschroot. Lupinen hebben dan ook lagere aminozuurgehalten (% van het totale eiwit) dan sojaschroot. Het ruw eiwitgehalte kan variëren naargelang de soort. Gele lupinen hebben het hoogste eiwitgehalte (varieert van 34,4 tot 46,5%), gevolgd door witte lupinen (varieert van 31,9 tot 38,8%) en blauwe lupinen (varieert van 29,0 tot 34,9%). De verteerbaarheid van het RE-gehalte is gemiddeld 84%. De verteerbaarheid van het RE kan lager zijn door de aanwezigheid van alkaloiden. In de veevoedertabel van het CVB (2007) wordt geen onderscheid gemaakt op basis van de soort lupine maar op basis van het RE-gehalte. In onderstaande tabel is de tweede analyse weergegeven van lupinen met een eiwitgehalte dat groter is dan 33,5%.

Tabel 7: Weende analyse lupinen, RE > 335 g/kg (CVB, 2007)

Samenstelling (g/kg DS)	(Gemiddelde ± standaardafwijking)
Droge stof (g/kg)	888 ± 29
Ruwe as	39 ± 4
Ruw eiwit	372 ± 34
Ruw vet	48 ± 4
Ruwe celstof	137 ± 11
Overige koolhydraten	292

Lupinen hebben lagere verteerbaarheid van de aminozuren dan sojaschroot. De verteerbaarheid van de aminozuren is wel 5-25% hoger bij lupinen dan bij veldbonen en erwten. Lupinen hebben net zoals erwten en veldbonen lagere gehalten (% van het totale eiwit) aan methionine, cysteïne en tryptofaan. Dit is net zoals bij veldbonen en erwten te wijten aan een hogere inhoud aan albumine waardoor methionine, cysteïne en tryptofaan een relatief lage verteerbaarheid hebben.

ANTINUTRITIONELE FACTOREN

Lupinen bevatten diverse ANF zoals alkaloïden, fytaat, lectines, saponines en oligosachariden. In tegenstelling tot veldbonen en erwten, bevatten lupinen geen trypsineremmers en slechts een geringe hoeveelheid saponines wat de voederwaarde ten opzichte van de eerstgenoemde gewassen verhoogt.

Alkaloïden

Alkaloïden zijn het belangrijkste knelpunt bij het gebruik van lupinen in de varkensvoeding. Er komen diverse soorten alkaloïden voor zoals sparteïne, lupinine, lupanine en angustigoline. Het zijn natuurlijke afweerstoffen van de plant om zich te beschermen tegen herbivoren. Varkens zijn gevoelig voor de aanwezigheid van alkaloïden in hun voeding. Ze kunnen verschillende toxische effecten veroorzaken die leiden tot een verstoring van het centraal zenuwstelsel, spijsverteringsstelsel, voortplantingsstelsel en het immuunsysteem. Door plantenveredeling is men er in geslaagd om voor alle soorten rassen te ontwikkelen met een zeer laag gehalte of zonder alkaloïden, de zoete lupinen, waardoor lupinen een interessant voedermiddel worden voor de varkensvoeding. Zoete lupinen bevatten minder dan 0,28 g alkaloïden/kg DS voor *L. angustifolius* en *L. albus* en minder dan 0,26 g alkaloïden/ kg DS voor *L. luteus*. Wanneer het gehalte aan alkaloïden laag is, hebben deze geen schadelijke effecten op de verteerbaarheid van het eiwit. Bij heel hoge gehalten aan alkaloïden zullen de dieren het voeder eerder weigeren door de bittere smaak dan dat er intoxicatieproblemen zullen optreden. Het alkaloïdgehalte hangt samen met de aanwezigheid van andere ANF. Zo is de saponine-inhoud van lupinen positief gecorreleerd met de alkaloïdinhoud en bevatten lupinen met een laag alkaloïdgehalte geen lectines.

Andere

In lupinen komen voornamelijk de oligosachariden raffinose en stachyose voor. Ze veroorzaken net zoals bij erwten en veldbonen flatulentie of winderigheid na fermentatie door de microflora in de darm. Van de fosfor die aanwezig is in lupinen is ongeveer 50% aanwezig in de vorm van fytaat. De activiteit van de lectines in lupinen is minder dan 1% van de activiteit in veldbonen en erwten.

De hoeveelheid lupinen die varkens tolereren is afhankelijk van de totale hoeveelheid alkaloiden in het voeder en de oorsprong van het voeder. Er is namelijk een verschil in alkaloidsamenstelling tussen de verschillende lupinesoorten. Zo zouden varkens alkaloiden van gele en blauwe lupinen beter tolereren dan van witte lupinen.

Er wordt een maximaal inmengingpercentage van 10-15% lupinen aangeraden voor vleesvarkens. Hogere inmengingpercentages zijn mogelijk.

BIJPRODUCTEN VAN DE BIO-ETHANOLPRODUCTIE

Productie van bio-ethanol kan gebeuren op basis van graangewassen zoals tarwe, maïs, gerst en sorghum of op basis van suikerbieten en suikerriet. In de VS maakt men voornamelijk gebruik van maïs voor de bio-ethanolproductie. In Canada en West-Europa is het voornamelijk tarwe die gebruikt wordt.

Bij de productie van bio-ethanol ontstaan verschillende bijproducten zoals Condensed Distillers Solubles (CDS), Wet Distillers Grains (WDG), Dry Distillers Grains (DDG), Wet Distillers Grains with Solubles (WDGS; 30% DS), Modified Distillers Grains with Solubles (MDGS; 50% DS), of Dry Distillers Grains with Solubles (DDGS; 90% DS). Dried distillers grains with solubles of DDGS wordt gevormd door een ingedikt vloeibaar product (solubles) en een soort draf te mengen en vervolgens te drogen. De bijproducten van de bio-ethanolproductie zijn rijk aan eiwit. Het ruw eiwitgehalte varieert tussen de 26 en 37% op droge stof basis, dit is lager dan bij sojaschroot.

DDGS

DDGS is het meest gebruikte bijproduct van de bio-ethanolproductie in de varkensvoeding. Per ton tarwe wordt er gemiddeld 360 liter bio-ethanol en 333 kg DDGS geproduceerd.

SAMENSTELLING

De voederwaarde van DDGS is afhankelijk van het uitgangproduct. Er is een grote variatie in voederwaarde door de graankeuze, de mengverhouding van de draf en de solubles en de droogtemperatuur. Maar zelfs wanneer men gebruikt maakt van hetzelfde uitgangsgraan, is er een grote variatie in de samenstelling van DDGS. Hierdoor kan men niet werken met gemiddelde waarden uit een veevoedertabel.

In tabel 8 is de Weende analyse van zuivere tarwe-DDGS, zuivere maïs-DDGS en gemengde DDGS weergegeven. Deze resultaten zijn afkomstig uit het IWT-project 'Voederwaardering van DGS als bijproduct van de bio-ethanolwinning voor rundvee, varkens en pluimvee'. In de tabel is voor elk nutriënt ook de aanrijdingsfactor weergegeven. Dit is de verhouding van de gemiddelde waarde van een nutriënt in DDGS tegenover de gemiddelde waarde van hetzelfde nutriënt in de intacte granen tarwe en maïs, zoals vermeld in de Nederlandse voederwaardetabel (CVB, 2011). Uit de tabel blijkt dat het DS-gehalte van DDGS relatief hoog is met een gemiddelde waarde van 910 g/kg. Doordat

bijna al het zetmeel uit het graan wordt gefermenteerd, worden de overige nutriënten vermeerderd met een factor 2,9, de aminozuren worden aangerijkt met een factor 2,7. Hierdoor bevat DDGS een hoog RE-, RVET-, RC- en asgehalte. Maïs-DDGS heeft een hoger RVET-gehalte en een lager RE- en totaal AZ-gehalte dan tarwe-DDGS. Het vet in maïs-DDGS bevat een hoge concentratie aan onverzadigde vetzuren, die een verhoogde zachtheid van het vet bij vleesvarkens kunnen veroorzaken.

**Tabel 8: Weende analyse van zuivere tarwe-DDGS, zuivere maïs-DDGS en gemengde DDGS
(De Boever et al., 2013)**

Samenstelling (g/kg DS)	Tarwe DDGS (Gemiddelde ± standaardfout)	Maïs DDGS (Gemiddelde ± standaardfout)	Gemengde DDGS (Gemiddelde ± standaardfout)	Aanrijdingsfactor
Droge stof (g/kg)	918 ± 5	899 ± 5	913 ± 5	1,05
Ruwe as	47 ± 2	49 ± 2	58 ± 2	3,44
Ruw eiwit	327 ± 8	281 ± 8	341 ± 8	2,92
Ruw vet	76 ± 7	145 ± 7	91 ± 7	2,72
Ruwe celstof	84 ± 3	81 ± 6	86 ± 3	3,19
Overige koolhydraten	466 ± 7	444 ± 7	424 ± 7	0,54

De concentratie en de gestandaardiseerde ileale verteerbaarheid van de aminozuren worden bepaald door het uitgangspunt en hierin vindt men ook een grote variatie. In vergelijking met de intacte granen is het aandeel aan totale essentiële AZ in het RE-gehalte 9% lager. Voor de aminozuren lysine en histidine bedraagt de reductie meer dan 20%. Lysine kan beschadigd worden door de warmtebehandeling in sommige stalen DDGS, wat zorgt voor een lagere verteerbaarheid van lysine. Om het risico op gebruik van DDGS-bronnen met een lage verteerbaarheid van lysine te vermijden, kan men de lysine/RE ratio berekenen. Als de verhouding 2,80% of groter is, dan heeft het product een gemiddelde of meer dan gemiddelde kwaliteit. Maar als de verhouding lager is dan 2,80%, dan is het product van verminderde kwaliteit. Omdat lysine het eerste limiterende aminozuur is in het voeder voor varkens, gebruikt men DDGS met een lysine/RE ratio van minder dan 2,80% best niet. Naast de grote variatie in lysine, bevat DDGS ook nog een laag lysinegehalte doordat het afkomstig is van uitgangspunten met een laag lysinegehalte.

DDGS is een goede bron van mineralen (vooral P en Na), met uitzondering van calcium, en sporenelementen (vooral Fe en S). DDGS bevat zeer hoge concentraties aan natrium en zwavel doordat er natriumhydroxide en zwavelzuur wordt toegevoegd om de pH van het fermentatieproces onder controle te houden.

Als men tarwe DDGS vergelijkt met sojaschroot, dan vindt men lagere gehalten aan ruw eiwit en metaboliseerbare energie. De inhoud van de zwavelhoudende aminozuren (% van het totale eiwit) in tarwe DDGS is wel hoger dan in sojaschroot.

ANTINUTRITIONELE FACTOREN

DDGS bevat geen antinutritionele factoren. Maar granen kunnen soms veel mycotoxines bevatten, dit is dus ook bij DDGS een aandachtspunt. Men moet vooral de mycotoxines deoxynivalenol (DON), Zearalenone (ZON), Ochratoxine A, Fumonisine B1 en B2 en Aflatoxine B1 controleren. Voor deze mycotoxines heeft Europa maximaal toegelaten niveaus in diervoeders vastgelegd.

HET GEBRUIK VAN DDGS VOOR VLEESVARKENS

DDGS opnemen in de voeding voor vleesvarkens vormt een grote uitdaging voor de formulatie door de grote variatie in nutriëntensamenstelling, die veroorzaakt wordt door het proces waarmee zetmeel is onttrokken.

Deze variatie in samenstelling van DDGS is verantwoordelijk voor een deel van de variatie in groeiprestaties van vleesvarkens die gevoederd worden met DDGS. De verteerbaarheid van aminozuren varieert tussen de verschillende bronnen en als men bronnen gebruikt men een lage aminozuurverteerbaarheid dan kunnen de prestaties van de dieren gereduceerd worden.

Het maximale inmengpercentage van DDGS is dan ook afhankelijk van de kwaliteit van het uitgangproduct. Verschillende studies rapporteren een maximum van 20% tarwe DDGS zonder nadelige effecten op de groeiprestaties. Wanneer men over een zeer goede bron DDGS beschikt zou men volgens de literatuur hogere percentages kunnen gebruiken. Maar bij hogere percentages wordt wel vaak een verminderde smakelijkheid waargenomen. In de literatuur zijn ook studies die slechte groeieresultaten vonden bij 20% of meer DDGS, dit is waarschijnlijk te wijten aan de variatie in kwaliteit tussen de verschillende bronnen.

Wanneer men gebruik maakt van maïs DDGS moet men in de laatste fase van de afmestperiode de hoeveelheid DDGS tot 20% beperken om een verhoogde zachtheid van het vet te voorkomen.

BIJPRODUCTEN VAN DE ZETMEELINDUSTRIE

AARDAPPELEIWIT

Aardappeleiwit is een zeer hoogwaardige eiwitbron voor de veevoeding. Het is een bijproduct van de zetmeelproductie uit aardappelen. Na de zetmeelwinning uit aardappelen blijft er nog 'aardappelsap' of aardappelvruchtwater over, hierin zijn eiwitten opgelost. Door thermische coagulatie van dit sap worden de eiwitten hieruit gewonnen. Hierbij wordt het sap opgewarmd waardoor het eiwit zal neerslaan, na centrifugatie en droging krijgt men aardappeleiwit, naast aardappeldiksap.

SAMENSTELLING

Aardappeleiwit bevat gemiddeld 75-76% RE. De verteerbaarheid van het RE is zeer hoog, namelijk 92-95%. Aangezien aardappeleiwit een restproduct is van de zetmeelproductie, bevat het een laag zetmeelgehalte. In tabel 9 is de Weende analyse volgens het CVB (2007) weergegeven.

Tabel 9: Weende analyse aardappeleiwit, RAS > 10 g/kg (CVB, 2007)

Samenstelling (g/kg DS)	(Gemiddelde ± standaardafwijking)
Droge stof (g/kg)	905 ± 8
Ruwe as	22 ± 5
Ruw eiwit	768 ± 19
Ruw vet	-
Ruwe celstof	7 ± 5
Overige koolhydraten	-

Aardappeleiwit heeft een aminozuurprofiel van hoge kwaliteit, vooral door de hoge hoeveelheden lysine, methionine en cysteïne. Deze aminozuren hebben daarnaast ook een hoge verteerbaarheid. De aminozuurgehalten (% van het totale eiwit) en de verteerbaarheid van de aminozuren in aardappeleiwit zijn hoger dan in sojaschroot. De concentratie van de meeste aminozuren is hoger in aardappeleiwit dan in verse aardappelen. Dit doordat bij de productie van aardappeleiwit het niet-eiwit-N verwijderd wordt dat aanwezig is in verse aardappelen.

ANTINUTRITIONELE FACTOREN

In aardappeleiwit komen 2 belangrijke ANF voor, namelijk glycoalkaloïden en trypsineremmers.

Glycoalkaloïden

De belangrijkste ANF zijn de glycoalkaloïden solanine en chacochine. Dit zijn stoffen die aanwezig zijn in de schil van de aardappel als afweermiddelen tegen pathogenen en insecten. Bij de zetmeelwinning uit aardappelen lossen deze glycoalkaloïden op in het 'aardappelsap'. Hierdoor worden ze vermoedelijk geconcentreerd en geabsorbeerd in het eiwit tijdens het productieproces. De hoeveelheid glycoalkaloïden in aardappeleiwit wordt vooral bepaald door de hoeveelheid in het uitgangsprодукт.

Deze ANF veroorzaken een bittere smaak waardoor de smakelijkheid wordt gereduceerd en de voederopname nadelig wordt beïnvloed. Deze glycoalkaloïden zijn extreem warmtestabiel en kunnen dus door warmtebehandeling niet verwijderd worden. Om deze nadelige invloeden te beperken is een industrieel proces ontwikkeld dat de glycoalkaloïden bijna volledig kan verwijderen tijdens het productieproces van aardappeleiwit.

Trypsineremmers

Aardappeleiwit bevat ook nog trypsineremmers. De juiste effecten van trypsineremmers in aardappeleiwit zijn niet goed gekend. De negatieve effecten zouden gelijkaardig zijn als bij soja(schroot). Trypsine remmers zijn warmtegevoelig, de concentratie in aardappeleiwit is dan ook afhankelijk van de procescondities.

Aardappeleiwit wordt voornamelijk gebruikt voor pasgespeende biggen. Het gebruik moet beperkt worden vanwege het negatieve effect op de voederopname. De hoeveelheid aardappeleiwit die in het voeder kan opgenomen worden hangt af van het gehalte aan glycoalkaloïden.

Er zijn verschillende studies die een maximaal inmengingpercentage van 5% adviseren. Toevoeging van meer dan 5% aardappeleiwit zou door de bittere smaak voor een lagere voederopname en verminderde dierprestaties zorgen.

Wanneer men aardappeleiwit met een laag gehalte glycoalkaloïden gebruikt zou men tot 8% kunnen opnemen in het voeder.

Voor vleesvarkens wordt aardappeleiwit weinig of niet gebruikt omwille van de hoge kostprijs.

TARWE- EN MAÏSGLUTENMEEL

Tarwe- en maïsglutenmeel zijn bijproducten van de zetmeelwinning uit tarwe en maïs. Het is een bijproduct dat overblijft nadat het grootste deel van het zetmeel, de kiemen en de vezels verwijderd zijn. Het eiwit uit het graan blijft over in het restproduct.

Tarweglutenmeel is een zeer smakelijk product. Het wordt vaak gebruikt in de voedingsindustrie voor pasta, brood, enz. Het wordt ook vaak gebruikt als bindmiddel in de visvoeding.

SAMENSTELLING

Maïsglutenmeel

Maïsglutenmeel is een hoogwaardige eiwitbron voor varkens door zijn hoog RE-gehalte (40-60%) dat zeer goed verteerbaar is (93%) en lage vezelinhoud. Maar het heeft relatief lage gehalten (% van het totale eiwit) aan lysine en tryptofaan in vergelijking met sojaschroot. Door het slecht gebalanceerde aminozuurprofiel wordt het gebruik beperkt. De gestandaardiseerde ileale verteerbaarheid van de aminozuren in maïsglutenmeel is groter dan in maïs zelf en de concentratie aan metaboliseerbare energie is gelijk aan die van maïs en DDGS. In tabel 10 is de Weende analyse van maïsglutenmeel weergegeven.

Tabel 10: Weende analyse maïsglutenmeel (CVB, 1998)

Samenstelling (g/kg DS)	(Gemiddelde ± standaardafwijking)
Droge stof (g/kg)	899 ± 21
Ruwe as	16 ± 7
Ruw eiwit	607 ± 37
Ruw vet	37 ± 11
Ruwe celstof	11 ± 4
Overige koolhydraten	228

Maïsglutenmeel bevat relatief hoge gehalten aan fosfor, maar deze fosfor komt voornamelijk voor onder de vorm van fytaat en is dus slechts in beperkte mate beschikbaar voor het dier.

Tarweglutenmeel

Tarweglutenmeel is een goede eiwitbron en bevat gemiddeld 74% RE dat zeer goed verteerbaar is (94%). Omdat het afkomstig is van tarwe, is de lysine, threonine en tryptofaan inhoud relatief laag. Het is wel rijk aan de overige belangrijke aminozuren, voornamelijk de zwavelhoudende aminozuren. Tarweglutenmeel is zeer rijk aan het aminozuur glutamine, een belangrijke energiebron voor het darmweefsel. Glutamine zorgt voor een positief effect bij pasgespeende biggen. Het aminozuur voorkomt afplatting van de darmvlokken en dus zo ook de verkleining van het absorptieoppervlak, een veel voorkomend probleem door de stress na het spenen. Het aminozuur speelt dus een belangrijke rol in de fysiologie en immuniteit van de darm. In tabel 11 is de Weende analyse van tarweglutenmeel weergegeven.

Tabel 11: Weende analyse tarweglutenmeel (CVB, 1998)

Samenstelling (g/kg DS)	(Gemiddelde ± standaardafwijking)
Droge stof (g/kg)	903 ± 28
Ruwe as	9
Ruw eiwit	736 ± 24
Ruw vet	69
Ruwe celstof	5
Overige koolhydraten	57

ANTINUTRITIONELE FACTOREN

Maïsglutenmeel en tarweglutenmeel bevatten geen ANF die het gebruik kunnen beïnvloeden.

HET GEBRUIK VAN TARWE- EN MAÏSGLUTENMEEL VOOR VLEESVARKENS

Maïsglutenmeel kan gebruikt worden voor biggen en vleesvarkens. Volgens de literatuur kan er tot 15% maïsglutenmeel opgenomen worden in voeders voor gespeende biggen zonder een invloed op de dierprestaties. Maar in de praktijk worden bijproducten vaak beperkt en gebruikt men een maximaal inmengingpercentage van 10% voor maïsglutenmeel.

Voor vleesvarkens kan men tot 20-25% maïsglutenmeel opnemen in het rantsoen maar hierbij moet men de lysine- en tryptofaanvoorziening in de gaten houden en aanvulling met zuivere aminozuren kan eventueel noodzakelijk zijn. In de praktijk wordt de hoeveelheid beperkt tot maximum 12%.

Tarweglutenmeel wordt voornamelijk gebruikt voor biggen vanwege de positieve invloed op de darmgezondheid.

DIERMEEL EN VLEESBEENDERMEEL

Dierlijke bijproducten worden onderverdeeld in 3 categorieën. Deze indeling is bepaald in Verordening (EG) 1069/2009 en is gebaseerd op het risico voor volks- of diergezondheid. Categorie 1 materiaal heeft het hoogste risico en bevat voornamelijk besmette dieren (BSE) en dieren die gecontamineerd zijn met verboden of milieugevaarlijke stoffen. Categorie 2 bevat voornamelijk mest, inhoud van maag-darmkanaal en dieren die residuen bevatten die het toegestane niveau overschrijden. En in categorie 3 vindt men voornamelijk slachtafval terug. Alleen categorie 3 grondstoffen (met uitzondering van bloed, huid, hoeven, veren, wol, hoorn, haar en bont van dieren) die niet geschikt zijn voor menselijke consumptie maar geen symptomen van overdraagbare ziekten vertonen, mogen worden gebruikt voor de diervoeding.

Dierlijk eiwit van categorie 3 is sinds 1994 verboden voor herkauwers. Door de BSE-crisis geldt sinds januari 2001 een totaalverbod binnen de Europese Unie voor het vervoederen van dierlijk eiwit aan landbouwhuisdieren. Men vermoedde dat BSE zich verspreidde via dierlijk eiwit van besmette dieren. Bloedproducten van niet-herkauwers zijn ondertussen wel terug toegelaten in de varkens- en pluimveevoeding. Verwerkt dierlijk eiwit van categorie 3 mag wel nog aangewend worden als meststof of als petfood. Onverwerkt dierlijk eiwit mag gebruikt worden als petfood of in de voeding voor dieren die niet gebruikt worden voor menselijke consumptie zoals circus-, dierentuin- en pelsdieren.

Diermeel was vóór het verbod een belangrijke eiwitbron in de pluimvee- en varkensvoeding. Sinds het verbod is het voornamelijk vervangen door sojaschroot en heeft het dus de vraag naar soja sterk doen stijgen. In 2010 werd in een Nederlandse studie nagegaan hoeveel sojaschroot men minder zou moeten invoeren indien men binnen de Europese Unie diermeel terug zou toelaten voor het gebruik in de varkens- en pluimveevoeding. In 2010 was 10331 kton categorie 3 materiaal beschikbaar in Europa. Op basis van de voederwaarde en de gebruikelijke inmengingpercentages van sojaschroot en verwerkt dierlijk eiwit zou er in totaal 3353 kton sojaschroot kunnen vervangen worden door 2739 kton verwerkt dierlijk eiwit in de pluimvee- en varkensvoeding. Bij het vervoederen van dierlijk eiwit is kannibalisme verboden, er mag dus geen diersoorteigen materiaal aanwezig zijn in mengvoerders.

Hoewel het momenteel nog steeds verboden (met uitzondering van het gebruik in visvoeder), wordt diermeel toch aangehaald als een potentieel interessante vervanger van sojaschroot.

Het onderscheid tussen diermeel en vleesbeendermeel maakt men op basis van het P-gehalte. Wanneer het bijproduct minder dan 4% P bevat dan wordt het diermeel genoemd, bevat het 4% of meer P dan wordt het vleesbeendermeel genoemd.

Diermeel

Omdat diermeel geproduceerd wordt uit slachtafval (exclusief haren, borstels, veren, hoeven, hoorn en maag- en darminhoud), zijn de nutriënteninhoud en de kwaliteit afhankelijk van het uitgangsmateriaal en kunnen deze variëren.

Diermeel is een hoogwaardige eiwitbron, het bevat gemiddeld 55% RE dat goed verteerbaar is (83%). De Weende analyse is weergegeven in tabel 12. Dierlijk eiwit is niet beter verteerbaar dan plantaardig eiwit. Maar het aminozuurprofiel sluit beter aan bij dat van varkens. Het is rijk aan lysine en aan de overige essentiële aminozuren met uitzondering van tryptofaan. De verteerbaarheid van het lysine gehalte en andere aminozuren kan beïnvloed worden door het productieproces. Bij hoge temperaturen of hoge verhitting kan de verteerbaarheid dalen. Daarnaast is het een leverancier van belangrijke vitaminen (A, B en D) en mineralen (Ca en P). Het asgehalte en de verteerbaarheid van fosfor is afhankelijk van het percentage beenderen in het diermeel.

Tabel 12: Weende analyse diermeel (CVB, 1998)

Samenstelling (g/kg DS)	(Gemiddelde $\pm$ standaardafwijking)
Droge stof (g/kg)	940 $\pm$ 12
Ruwe as	179 $\pm$ 17
Ruw eiwit	583 $\pm$ 16
Ruw vet	140 $\pm$ 13
Ruwe celstof	26 $\pm$ 5
Overige koolhydraten	12

Vleesbeendermeel

Vleesbeendermeel heeft een vergelijkbare samenstelling als diermeel maar het RE-gehalte is gemiddeld 50%. De Weende analyse is weergegeven in tabel 13. Het bevat net zoals diermeel voldoende essentiële aminozuren met uitzondering van tryptofaan. Het tryptofaangehalte is laag doordat het eiwit in vleesbeendermeel voornamelijk uit collageen bestaat en dit een laag tryptofaangehalte heeft.

Tabel 13: Weende analyse vleesbeendermeel (RVET < 100g/kg) (CVB, 1998)

Samenstelling (g/kg DS)	(Gemiddelde $\pm$ standaardafwijking)
Droge stof (g/kg)	906
Ruwe as	406 $\pm$ 16
Ruw eiwit	429 $\pm$ 14
Ruw vet	64 $\pm$ 12
Ruwe celstof	15 $\pm$ 6
Overige koolhydraten	-8

ANTINUTRITIONELE FACTOREN

Diermeel bevat geen antinutritionele factoren.

Aangezien het om een dierlijk eiwit gaat, moet men opletten voor Salmonella. Een salmonella-infectie wordt normaal gezien teniet gedaan door de warmteproductie tijdens het verwerkingsproces.

HET GEBRUIK VAN DIERMEEL VOOR VLEESVARKENS

Diermeel kan gebruikt worden in het voeder voor varkens van alle leeftijden. Door het hoge asgehalte en de eenzijdige aminozuur- en mineraleninhoud is het aangeraden om deze producten tot 4% te beperken voor biggen tot 25 kg en tot 5% te beperken voor vleesvarkens.

Voor vleesbeendermeel wordt een maximaal inmengingpercentage van 5% aangeraden voor vleesvarkens.

VISMEEL

Vismeel bestaat uit hele vissen of delen van de vis die gedroogd worden en verwerkt worden tot meel, met of zonder de extractie van een deel van de olie. Het kan dus als primair product geproduceerd worden maar ook als bijproduct bij de productie van visolie. Voor de productie maakt men voornamelijk gebruik van vissen die slechts in beperkte mate of helemaal niet gebruikt worden voor de menselijke consumptie.

Vismeel is een waardevolle eiwitbron voor de voeding van varkens en kippen. Het gebruik van vismeel is binnen de Europese Unie sinds 2001 verboden voor herkauwers omwille van ethische redenen, namelijk dat herbivoren geen dierlijke producten zouden eten onder natuurlijke omstandigheden en dus ook niet voor de productie. Het verbod is dus niet gestoeld op het vermoeden dat er een potentieel risico op BSE-overdracht zou bestaan.

SAMENSTELLING

De nutriëntensamenstelling en kwaliteit van vismeel kan variëren, afhankelijk van het type en de soort vis die is gebruikt, van de versheid van de vis vóór de verwerking en het van verwerkingsproces.

Het is een zeer goede eiwitbron voor de varkensvoeding vanwege het hoge eiwitgehalte (60 tot 70%). Dit eiwitgehalte kan ook variëren. In tabel 14 is de tweede analyse weergegeven van vismeel met een RE-gehalte van 63-68%.

Tabel 14: Weende analyse vismeel (RE 630-680 g/kg) (CVB, 1998)

Samenstelling (g/kg DS)	(Gemiddelde ± standaardafwijking)
Droge stof (g/kg)	914 ± 10
Ruwe as	155 ± 11
Ruw eiwit	660 ± 12
Ruw vet	94 ± 16
Ruwe celstof	0
Overige koolhydraten	5

Het eiwit in vismeel is van hoge kwaliteit. Vismeel heeft een gebalanceerde aminozuursamenstelling, die het een geschikte voedingsbron maakt voor zowel de dierlijke als humane voeding. Het is rijk aan alle essentiële aminozuren (lysine, methionine, cysteïne, threonine en tryptofaan) en deze zijn zeer goed verteerbaar.

Daarnaast is het ook een goede bron van mineralen (vooral Ca en P), vitaminen (B-vitamines, vitamine A en vitamine E) en sporenelementen (Na en Se). Vismeel is ook rijk aan omega-3 vetzuren.

ANTINUTRITIONELE FACTOREN

Er zijn geen antinutritionele factoren aanwezig in vismeel. Indien de vis afkomstig is van bijvangst moet men wel opletten dat er geen contaminatie is van andere materialen zoals zwerfvuil in de zee.

Aangezien het om een dierlijk eiwit gaat, moet men net zoals bij diermeel en vleesbeendermeel opletten voor Salmonella. Net zoals bij dier- en vleesbeendermeel kan een salmonella-infectie teniet gedaan worden door de warmteproductie tijdens het verwerkingsproces. Een andere mogelijkheid is toevoeging van 3% propionzuur om de salmonellabacteriën onschadelijk te maken.

HET GEBRUIK VAN VISMEEL VOOR VLEESVARKENS

Vismeel kan gebruikt worden bij varkens van alle leeftijden vanwege de gebalanceerde aminozuursamenstelling.

Bij jonge dieren kunnen eiwitten, anders dan zeugenmelk, ontstekingsreacties en diarree veroorzaken. De meeste plantaardige eiwitbronnen bevatten eiwitten die moeilijk verteerbaar zijn voor jonge dieren en deze eiwitten hebben ook vaak een antigene werking. Bij vismeel is deze antigene werking laag. Ook de aanwezigheid van de antioxidanten retinol (vitamine A) en tocoferol (vitamine E) kan een positief effect hebben op de darmgezondheid. Door de lage antigene werking en het positieve effect op de darmgezondheid is vismeel een ideale grondstof voor babybiggen en pasgespeende biggen. Vismeel heeft een bepaalde smaak/geur die varkens aantrekkelijk vinden. Hierdoor kan het de voederopname verbeterd worden bij pasgespeende biggen en dus ook de groei en voederconversie. Er wordt dan ook vaak minimum 2,5-5% vismeel opgenomen in het voeder voor jonge biggen omwille van de kwaliteit van de grondstof. Er zijn geen nutritionele beperkingen voor het gebruik van vismeel, maar door de prijs wordt de hoeveelheid vaak beperkt tot 5-10%.

Voor vleesvarkens wordt een maximaal inmengingpercentage van 3-5% aangeraden. Vismeel zou niet alleen bij jonge dieren maar ook bij vleesvarkens een positieve invloed hebben op de voederopname en groei. Door de aanwezigheid van omega-3 vetzuren kan de samenstelling van het vet in het vlees verbeterd worden wat een positief effect kan hebben op de gezondheid van de mens. Maar bij hoge inmengingpercentages (meer dan 7%) kan het vismeel een sterke olie- of vissmaak aan het vlees geven. Deze worden veroorzaakt door de grote hoeveelheid poly-onverzadigde vetzuren in het vismeel. Daarom moet men de hoeveelheid beperken tot maximum 3% voor vleesvarkens op het einde van de afmestperiode.

ANDERE

ZUIVERE AMINOZUREN

Varkens hebben nood aan een twintigtal aminozuren. Een aantal hiervan zijn niet-essentieel en kan het dier zelf aanmaken, een aantal zijn semi-essentieel en kunnen aangemaakt worden uit andere aminozuren. De essentiële aminozuren kan het dier niet zelf aanmaken. Hierdoor is het noodzakelijk dat het dier deze aminozuren opneemt via de voeding. Maar sommige grondstoffen hebben een tekort aan bepaalde aminozuren zoals erwten die weinig methionine bevatten of granen die weinig lysine bevatten. In voederformulering wordt dit opgelost door verschillende grondstoffen te combineren. Een interessante bron om aminozuurniveaus te verhogen zonder een excessieve verhoging van het ruw eiwitgehalte, zijn vrije aminozuren. Deze worden op biochemische wijze geproduceerd.

Door zuivere aminozuren toe te voegen kan de hoeveelheid essentiële aminozuren in de juiste en optimale verhoudingen worden afgestemd op de behoeften van het dier.

De aminozuren die in synthetische vorm beschikbaar zijn, zijn L-lysine, L-threonine, DL-methionine, L-tryptofaan en L-valine.



NUTTIGE BRONNEN

- Balkema-Boomstra A. (2004). Nieuwe eiwitgewassen voor de voeding van varkens in de biologische houderij. Nota 311. Plant Research International B.V., Wageningen, Nederland
- Blasco, M., Fondevila, M., Guada, J.A. (2005). Inclusion of wheat gluten as a protein source for weaned pigs, Anim. Res. 54 (2005) 297-306
- CVB (2007). *Veevoedertabel 2007: Chemische samenstellingen en nutritionele waarden van voedermiddelen*. Den Haag, Nederland, Centraal Veevoederbureau
- De Boever, J., Tanghe, S., Vandaele, L., Delezie, E., Millet, S., Maertens, L., De Brabander, D., Fiems, L., De Campeneere, S. (2009-2013). Voederwaardering van DGS als bijproduct van de bio-ethanolwinning voor rundvee, varkens en pluimvee, IWT project
- FAOSTAT, <http://faostat.fao.org/>
- Fishmeal information network (2000), Fishmeal for pigs – a feed with a very healthy future
- Ingels K. (2013). Precisievoeding van vleesvarkens: Meerfasenvoeding op basis van zelfgeteelde eiwitbronnen. Masterproef, Hogeschool Gent
- Kamp, J., Van Berkum, S., Van Laar, H., Sukkel, W., Timmer, R. & Van der Voort, M. (2008) . Perspectieven van sojavererving in voer: Op zoek naar Europese alternatieven voor soja
- Lamont, J.L., Lambrechts, Y., Baert, J., Tsang-Tsey, C., Campens, V., Cloet, B., De Boever, J., Demeyere, A., De Schrijver, J., Desimpelaere, P., De Temmerman, L., Fernagut, B., Holmstock, K., Lysens, L., Van Laecke, K. & Windey, S. (2005). Koolzaad, van zaad tot olie [brochure]. Brussel: Vlaamse overheid, Beleidsdomein Landbouw en Visserij.
- Lamont J.L., Lambrechts, Y. (2005). Koolzaad, het nieuwe goud? [brochure]. Brussel: Vlaamse overheid, Beleidsdomein Landbouw en Visserij.
- Nederlandse sojacoalitie (2006). Soja doorgelicht- De schaduwzijde van een wonderboon
- Nederlandse sojacoalitie (2012). Sojabarometer 2012
- Newkirk, R. (2009). Flax feed industry guide
- Ovam, Wat zijn dierlijke bijproducten? (<http://www.ovam.be/jahia/Jahia/pid/1496>)
- Prins U., (2007). *Peulvruchten voor krachtvoer: krachtvoereiwit voor melkkoeien, melkgeiten, kippen en varkens*, Louis Bolk instituut.
- Stein, H.H. & De Lange, K. (2007). Alternative feed ingredients for pigs, London swine conference
- Veldkamp, T. (2012), Kosten-baten analyse van herintroductie van verwerkt dierlijk eiwit in voeders voor pluimvee en varkens in een system van volledige kanalisatie
- Vahl, H. (2009). Alternatieven voor Zuid-Amerikaanse soja in veevoer.
- Van Berkum, S., Roza, P. & Pronk, B. (2006). Sojahandel- en ketenrelaties: Sojaketens in Brazilië, Argentinië en Nederland, *rapport 5.06.08*, LEI Den Haag.