

# Minder stikstof in mest door ingrijpen in veevoeding

De belangrijkste elementen bij het probleem van de mestoverschotten zijn stikstof en fosfor. Vermindering van mineralenuitscheiding in mest en urine via veevoedingstechnische maatregelen is een van de wegen waarlangs naar een oplossing wordt gezocht. Het is een belangrijk aandachtsgebied voor het ILOB (Instituut voor Voeding en Fysiologie van Landbouwhuisdieren). Terugdringing van de stikstofuitscheiding via de mest staat hierbij centraal.

G.J.M. van Kempen \*

Het onderzoek op het veevoedingsgebied binnen het ILOB, dat deel uitmaakt van het Instituut voor Graan, Meel en Brood (IGMB-TNO), wordt gefinancierd door verschillende bronnen. Binnen de collectieve projecten wordt normaliter 50 procent van de financiering door TNO opgebracht; voor de overige 50 procent worden deze projecten gefinancierd door het Fonds Mestonderzoek, het Produktschap voor Veevoeder en de gezamenlijke aminozuurfabrikanten. Ook zijn er een aantal projecten uitgevoerd die volledig voor rekening kwamen van diverse aminozuur-producenten.

Het veevoedingsonderzoek van het ILOB richt zich vooral op twee doelen:

- verbetering van de verteerbaarheid van eiwitten en aminozuren;
- verbetering van de benutting van eiwitten en aminozuren.

Op beide aspecten zal in het kort worden ingegaan. Omdat de varkenshouderij door zijn omvang en door de aard van de mest een grote bijdrage levert aan de milieuverontreiniging, zal het accent in dit artikel liggen op het onderzoek met varkens. Overigens is het betoog ook van toepassing op pluimvee.

De wijze waarop en de efficiëntie waarmee stikstof uit het voer wordt omgezet in dierlijk eiwit, is van een groot aantal factoren afhankelijk, zoals leeftijd, genetische aanleg en de gezondheidstoestand van het dier. Tevens is de sa-

menstelling van het rantsoen van belang voor de efficiëntie van de verwerking van stikstof.

Als we als voorbeeld een groeiend vleesvarken onder normale praktijkomstandigheden nemen, zien we dat 15 procent van het opgenomen eiwit onverteerbaar is en via de mest het lichaam verlaat. Zo'n 50 procent wordt via de urine uitgescheiden. Kortom, slechts 35 procent van het opgenomen eiwit komt in het dierlijke produkt terecht; 65 procent komt, met de mest en de urine, uiteindelijk in het milieu terecht. Zowel de vertering als ook de benutting van het eiwit is van invloed op de lage efficiëntie.

## Vertering van eiwit

Het opgenomen voereiwit wordt deels in de maag en de dunne darm door de enzymen pepsine, trypsine, chymotrypsine en aminopeptidasen afgebroken tot aminozuren. Deze aminozuren worden vervolgens door de absorptieve cellen van het darmlumen naar de bloedbaan getransporteerd. Eiwit dat niet door de enzymen in de dunne darm is afgebroken en dat als eiwit het einde van het ileum passeert, is niet meer voor de eiwitopbouw in het dier te gebruiken en is een verliespost voor het dier. Alleen de aminozuren die vanuit de dunne darm in de bloedbaan worden geresorbeerd, kunnen door het dier worden benut voor onderhoud en produktie.

Niet alle aminozuren worden uit-

eindelijk geabsorbeerd en niet alle geabsorbeerde aminozuren worden voor eiwitproductie gebruikt. Een belangrijk deel van het eiwit passeert de dunne darm onverteerd en wordt uiteindelijk met de mest of de urine uitgescheiden. Het verteerde deel van het eiwit wordt als aminozuren geabsorbeerd; een groot deel van de geabsorbeerde aminozuren wordt echter niet voor eiwitsynthese gebruikt, maar omgezet tot ureum en met de urine uitgescheiden. Ook het deel van de aminozuren dat gebruikt wordt voor onderhoud, globaal 10 procent van de hoeveelheid opgenomen stikstof, is een verliespost voor het dier. Ten slotte wordt een hoeveelheid eiwit of stikstof in de faeces aangetroffen. Dit eiwit is afkomstig van onverteerd voedsel-eiwit en van eiwit dat is gebruikt voor de vertering, maar dat niet of niet tijdig kon worden verteerd.

Bij de verteerbaarheid van eiwit en aminozuren is lange tijd uitgegaan van de schijnbare faecale verteerbaarheid. Deze werd berekend uit het verschil tussen enerzijds de opname aan eiwit en aminozuren en anderzijds de faecale uitscheiding.

De evaluatie van eiwit en aminozuren voor varkens vindt thans plaats op basis van de schijnbare verteerbaarheid in de dunne darm (ileum). Eiwitten en aminozuren die de blinde en de dikke darm bereiken, kunnen niet meer bijdragen aan de eiwit-voorziening van het varken. Absorptie en benutting van aminozuren vanuit de dikke darm zijn niet mogelijk. In de dikke darm vinden wel omzettingen plaats; hierdoor kan het beeld van de vertering aanzienlijk worden verstoord (Sauer & Ozimek, 1986; Van Weerden, 1989). De invloed van deze verstoring kan worden vermeden door aan het einde van het dunne darmgedeelte te meten en te rekenen met de 'schijnbare ileale verteerbaarheid' van aminozuren.

\* Dr. ir. G.J.M. van Kempen is verbonden aan het Instituut voor Voeding en Fysiologie van Landbouwhuisdieren (ILOB), onderdeel van het Instituut voor Graan, Meel en Brood (IGMB-TNO).



Bij een groeiend vleesvarken is 15 procent van het opgenomen eiwit onverteerbaar (foto Ministerie van Landbouw)

Tijdens het verteringsproces wordt eiwit gebruikt in de vorm van enzymen en voor de productie van gal. Bij het schijnbare ileale systeem worden de eiwitten en aminozuren voor de vertering in mindering gebracht van het eiwit dat moet worden verteerd. De schijnbare ileale verteerbaarheid van aminozuren is momenteel de beste beschikbare maat om het eiwit in veevoedergrondstoffen voor varkens te waarderen. Een tabel voor de ileale verteerbaarheid van de aminozuren lysine, methionine, cystine, threonine en tryptofaan voor varkens is in de afgelopen jaren door het ILOB geleidelijk ontwikkeld. Voor 48 grondstoffen en voor verschillende kwaliteiten van die grondstoffen is de verteerbaarheid voor varkens onderzocht. In de tabel is de verteerbaarheid van de aminozuren in de meest gangbare veevoedergrondstoffen opgeno-

men. De vastgestelde waarden dienen tot basis voor een tabel van het Centraal Veevoeder Bureau, die binnenkort zal verschijnen. Een zo correct mogelijke eiwitwaardering draagt zonder twijfel bij tot een verlaging van het eiwitgebruik en van de stikstofuitstoot in het milieu.

#### Grote verschillen

Bij eiwit is het niet verteerde gedeelte lange tijd als een vanzelfsprekend verlies aanvaard. Bij een groot aantal rantsoenen van gemiddeld goede kwaliteit is de verteerbaarheid van het eiwit ongeveer 85 procent. Bij de grondstoffen voor de diervoeders daarentegen komen echter grote verschillen voor. Zo is ondermelkpoeder een zeer goed verteerbaar produkt en wordt bijvoorbeeld rapzaad matig tot slecht verteerd. Om geabsorbeerd te kunnen worden moet eiwit eerst worden afge-

broken tot aminozuren of kleine peptiden. Dit gebeurt door verteeringsenzymen, die bij volwassen dieren doorgaans in grote overmaat aanwezig zijn. De verteeringsenzymen zelf zijn eiwitten die, nadat de hydrolyse bewerkstelligd is, zelf meestal niet meer volledig kunnen worden afgebroken. Het verteringsproces van het eiwit gaat derhalve gepaard met eiwitverliezen in de vorm van endogene secretieproducten als enzymen, galproductie en darmslijmproductie. De verliezen ontstaan derhalve doordat een gedeelte van het 'endogene' eiwit (enzymen, mucuseiwit, enz.) niet meer voor de synthese van eiwit kan worden benut. Omdat deze verliezen als onontkoombaar worden beschouwd, wordt in de diervoeding dan ook gewerkt met de schijnbare verteerbaarheid.

#### Endogeen eiwit

Een normaal dier scheidt dagelijks een aanzienlijke hoeveelheid endogeen eiwit af. Bij een groeiend varken van 30 kg kan worden aangenomen dat de secretie van endogeen eiwit groter is dan de eiwitaanzet. De hoeveelheid endogeen eiwit is aan grote variatie onderhevig en wordt beïnvloed door een aantal factoren die in het voeder aanwezig kunnen zijn. Genoemd kunnen worden stoffen die de secretie van enzymen verstoren (trypsineremmers en tanninen) en stoffen die de functie van de wand van maag en darmkanaal kunnen verstoren (lectinen, tanninen, antigeniciteit van eiwitten).

De verstoringen kunnen tot gevolg hebben dat het organisme tracht te compenseren, zodat uiteindelijk meer endogeen eiwit wordt geproduceerd, hetgeen extra stikstofverlies betekent. Een indruk van de eiwitkosten voor de vertering van enkele eiwitbronnen is aangegeven in tabel 1. De ware verteerbaarheid in de tabel is berekend met de 15N-techniek. Deze techniek is een methode om te meten in hoeverre het eiwit door verteringsenzymen, in dit geval van een big, kan worden gehydrolyseerd. Het verschil tussen ware en schijnbare verteerbaarheid geeft een idee van de verliezen (eiwit-kosten) bij de vertering van het eiwit. Bij erwten is het onbehandelde eiwit goed verteerbaar voor de verteringsenzymen van het dier. De schijnbare vertering is echter veel lager. Er zijn dus aanzienlijke endogene verliezen opgetreden. In-



Tabel 1: Verschillen in ileale verteerbaarheid

Produkt	Ware verteerbaarheid	Schijnbare verteerbaarheid
Erwten	93-95	74-76
Sojaschroot	90-99	74-84
Soja-isolaat	98	77
Raapzaad	84	66

dien antinutritionele factoren (ANF's) uit de erwten werden verwijderd, bleek de vertering aanzienlijk te verbeteren.

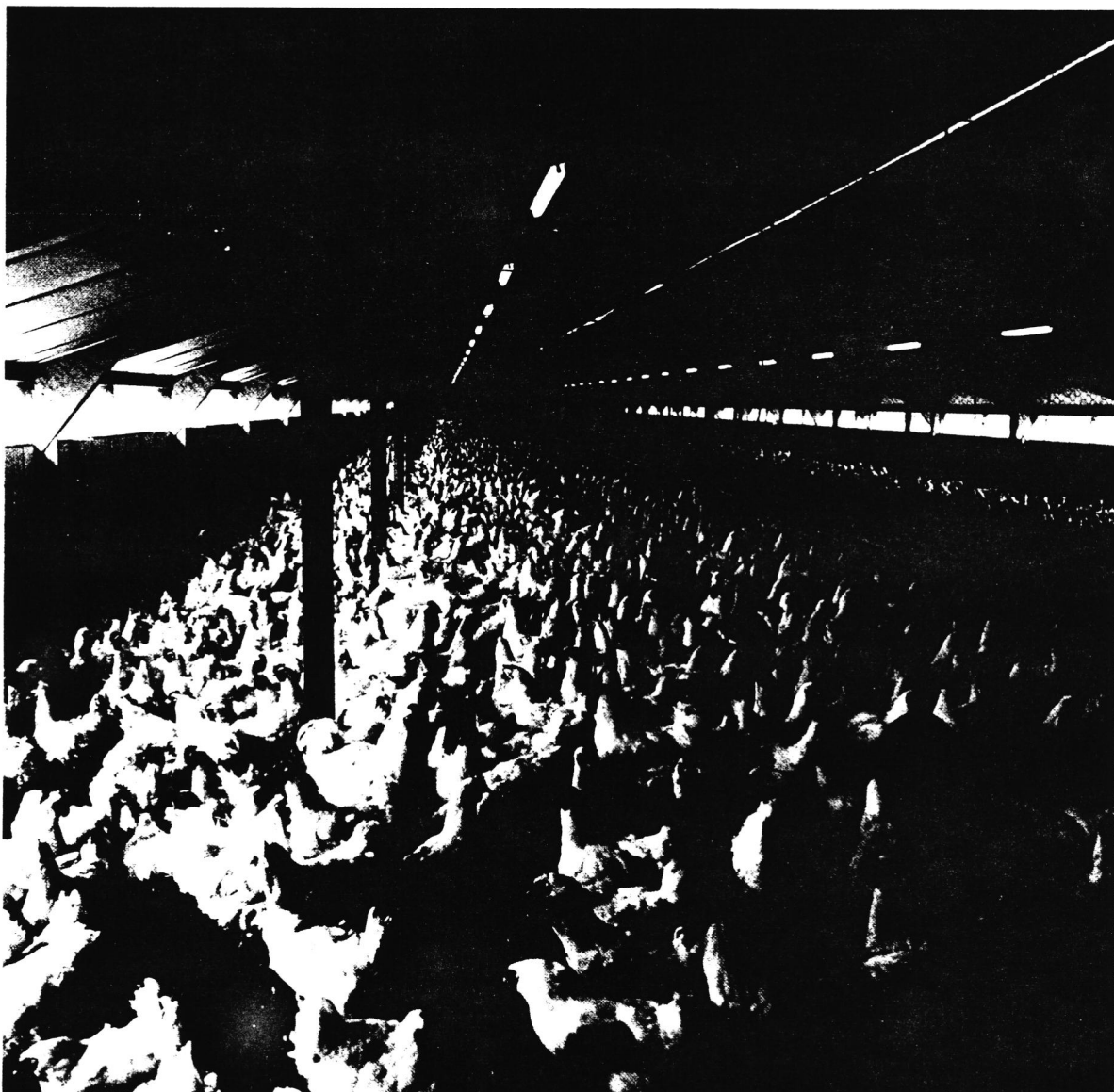
De hydrolyseerbaarheid van eiwit van getoast sojaschroot is wisselend. Eén partij werd goed gehydrolyseerd door de verteringsenzymen, een andere partij minder goed. Mogelijk hebben deze verschillen te maken met het toastproces. Indien soja-eiwit goed gehydrolyseerbaar blijkt in het varken, dan zijn er naast het toasten ook andere technologische mogelijkheden om de ANF's uit soja te ver-

wijderen. Voor erwten, en mogelijk ook voor soja, kan op grond van deze uitkomsten worden gedacht aan een enzymatische afbraak van de eiwitachtige ANF's in of buiten het dier.

#### Raapzaad

De lage ware verteerbaarheid van raapzaad heeft mogelijk te maken met het hoge gehalte aan ruwe celstof in het zaad. Het eiwit kan mogelijk zo opgesloten zitten dat het moeilijk toegankelijk is voor de verteringsenzymen. Het feit dat er veel endogeen eiwit wordt uitge-

scheiden kan eveneens te maken hebben met het hoge gehalte aan celwandmateriaal in raapzaad. Een aantal studies wijzen erop dat celwandmateriaal de endogene uitscheiding kan verhogen. Gegevens over ware en schijnbare verteerbaarheid van eiwit kunnen van groot belang zijn in het kader van het streven naar verbetering van de verteerbaarheid van eiwit. In het geval van de erwt is de ware verteerbaarheid, en dus de hydrolyseerbaarheid, van eiwit al zo hoog dat daarin nauwelijks verbeteringen kunnen worden aangebracht. De schijnbare verteringscoëfficiënt is echter laag ten gevolge van een hoge endogene eiwituitscheiding. Verbetering van de vertering van de erwt, en hiermee een vermindering van de stikstof uitscheiding in het milieu, kan worden verkregen door die factoren te elimineren die de endogene uitscheiding bevorderen. Bij raapzaad dient aandacht te worden besteed aan zowel een betere



...ook van toepassing op pluimvee... (foto Ministerie van Landbouw)

Tabel 2: Effect van een enzymatische behandeling van tarwegries op de verteerbaarheid bij varkens

	Verteringscoëfficiënt (%)	
	Groep I (zonder enzymen)	Groep II (met enzymen)
Organische stof	64	69
Ruw eiwit (N x 6,25)	70	78
Ruw vet	52	61
Ruwe celstof	17	24
Overige koolhydraten	70	74

hydrolyseerbaarheid van het eiwit als vermindering van de endogene uitscheiding.

Koolhydraten anders dan zetmeel ('niet-zetmeelkoolhydraten', NZK's; 'non-starch polysaccharides', NSP's) en ruwe celstof kunnen mogelijk invloed hebben op de verteerbaarheid van het eiwit. Omgekeerd werd eveneens aangetoond dat door het gebruik van cellulolytische enzymen de verteerbaarheid van het eiwit van tarwegries significant kon worden verbeterd (tabel 2).

De voeders met hoge gehalten aan tarwegries werden een dag lang voorgeweekt, al dan niet met cellulolytische enzymen. Opvallend in dit experiment zijn op het eerste gezicht de duidelijke verbeteringen in verteerbaarheid voor eiwit. Ontsluiting van het eiwit en een

betere toegankelijkheid voor de verteringsenzymen vormen een mogelijke verklaring.

Indien echter een deel van de enzymatische afbraak van ruwe celstof en overige koolhydraten al plaatsvond in het voer tijdens het inweken, dan kan het lagere gehalte aan celwandbestanddelen in het met enzymen behandelde voer zeker een gedeeltelijke verklaring vormen voor een lagere endogene eiwitsecretie en derhalve voor een betere schijnbare vertering van het eiwit.

#### Belangrijke hoeveelheid

Het schijnbaar niet verteerde eiwit is een belangrijke hoeveelheid. Zoals werd aangegeven betekent streven naar verbetering van de verteerbaarheid van het eiwit in een rantsoen of een grondstof vaak

streven naar vermindering van de secretie van endogeen eiwit. Een duidelijke vermindering van deze secretie en, dientengevolge, een betere verteerbaarheid van het eiwit kan worden verkregen door een tijdige eliminatie van ANF's. Door gelijktijdig onderzoek van de ware en de schijnbare verteerbaarheid kan een duidelijk inzicht worden verkregen in de vraag hoe verbetering van de verteerbaarheid van grondstoffen via (bio)technologische behandelingen het best kan worden aangepakt.

Het varken heeft in principe geen eiwit, maar aminozuren nodig.

De eiwitbehoefte bij varkens wordt uitgedrukt in de behoefte aan (ileaal verteerbare) aminozuren. Bij de aminozuren moet een onderscheid gemaakt worden tussen de essentiële en de niet essentiële aminozuren. De essentiële aminozuren kunnen door de eenmagige landbouwhuisdieren zelf niet worden aangemaakt en moeten als aminozuur met het voer worden aangeboden. De overige aminozuren kunnen door het dier worden aangemaakt, als er tenminste voldoende eiwit aanwezig is.

Het dier heeft de essentiële aminozuren in een bepaalde verhouding nodig, afhankelijk van het productieniveau, de diersoort en de produktierichting. Hoe beter de ge-



Vermindering van mineralenuitscheiding via veevoedingstechnische maatregelen (foto Ministerie van Landbouw)

halten aan aminozuren in het voer overeenkomen met de aminozuur-samenstelling van het onderhous- en produktie-eiwit, des te minder eiwit heeft het dier nodig. De gehalten aan essentiële aminozuren en de onderlinge verhouding in het voer worden in grote mate bepaald door de keuze van de grondstoffen. In de huidige praktijkrantsoenen voor varkens vormen lysine en methionine meestal in eerste instantie de beperkende factor, gevolgd door threonine en tryptofaan. Lysine, methionine, threonine en tryptofaan zijn momenteel in synthetische vorm commercieel beschikbaar.

Door het toevoegen van deze aminozuren aan de rantsoenen kan worden bespaard op voereiwit; er kan met een lager gehalte aan eiwit in het voer worden volstaan. Dit houdt in dat hierdoor niet alleen de benutting kan worden verbeterd, maar dat ook de uitscheiding aan stikstof via urine en faeces wordt verminderd.

De behoefte aan essentiële aminozuren dient nauwkeurig bekend te zijn om het eiwitgehalte te kunnen verlagen onder toevoeging van synthetische aminozuren. Verder dient men te beschikken over een goed eiwit- of aminozuurwaarderingsstelsel voor de grondstoffen.

Een rantsoen met een verlaagd eiwitgehalte kan worden aangevuld met kleine hoeveelheden van de meest kritische aminozuren.

Schutte (1989) toonde aan dat in een praktijkrantsoen gebaseerd op gerst, maïs, tapioca en sojaschroot het eiwitgehalte met 2,5 procent verlaagd kon worden zonder dat er andere beperkingen in het voer aanwezig waren dan een aantal limiterende aminozuren. De aanname werd getest in twee proeven met biggen van 20 tot 40 kg. Behalve een positieve controle – een voer met een normaal eiwitgehalte (17,5 procent) – werd ook een negatieve controle geformuleerd

met slechts 15 procent eiwit. Het voer met het lage eiwitgehalte werd aangevuld met lysine, methionine, threonine en tryptofaan tot het niveau van het aminozurengehalte in het rantsoen met 17,5 procent eiwit.

Om er zeker van te zijn dat geen enkel ander aminozuur limiterend zou worden, werden ook kleine hoeveelheden isoleucine, valine en histidine in het rantsoen opgenomen. In totaal werd 0,94 procent synthetische aminozuren toegevoegd aan het rantsoen met het lage eiwitgehalte: 0,43 procent ly-

sultaten van groei en voederconversie niet negatief beïnvloeden.

#### Vermindering stikstofuitscheiding

Het toepassen van kleine hoeveelheden synthetische aminozuren kan een aanzienlijke bijdrage leveren bij het terugdringen van de stikstofuitscheiding. Dit kan worden gedemonstreerd aan de hand van de stikstofbalans van een mestvarken (tabel 4). Er is uitgegaan van de gegevens die worden vermeld door Coppoolse et al. (1990). Hierin werd vastgesteld dat een varken in de mestperiode

Tabel 4: Stikstofbalans van een varken (kg) bij een normaal en een verlaagd eiwitniveau in het voer

	Ruw eiwit	
	normaal	2%
Stikstofopname		
45 kg startvoer	1,20	1,06
192 kg vleesvarkensvoer	4,88	4,27
Stikstofretentie	1,86	1,86
Uitscheiding via faeces	0,96	0,84
Uitscheiding via urine	3,27	2,63

sine, 0,14 procent methionine, 0,12 procent threonine, 0,04 procent tryptofaan, 0,10 procent isoleucine, 0,05 procent valine en 0,06 procent histidine.

De proef is twee keer uitgevoerd met telkens 64 dieren, gehuisvest in hokken met elk 8 dieren, of borgen of zeugjes. De proefvoerders zijn ad libitum verstrekt in korrelvorm. De proefduur was 4 weken; de dieren waren bij het begin van de proef 9 weken oud. De uitkomsten van de proef staan aangegeven in tabel 3. Hieruit blijkt dat beide rantsoenen in een nagenoeg gelijke groei en voederconversie resulteren.

Het opnemen van kleine hoeveelheden synthetische aminozuren onder gelijktijdige verlaging van het eiwitgehalte zal derhalve de re-

tussen 25 en 106 kg levend gewicht gemiddeld 1,86 kg stikstof ofwel 11,6 kg eiwit aanzet. Deze aanzet kan onder normale omstandigheden worden gerealiseerd met twee voedersoorten, te weten startvoer met 16,7 procent eiwit en vleesvarkensvoer met ongeveer 16 procent eiwit.

Indien het eiwitgehalte van de beide voeders kan worden verlaagd met 2 procent-eenheden ruw eiwit onder gelijktijdige aanvulling van essentiële aminozuren, wordt een aanzienlijke vermindering van de eiwitopname verkregen: 38,0 kg eiwit (overeenkomend met 6,08 kg N) per dier t.o.v. 33,3 kg. Door de aanvulling met synthetische aminozuren groeit het dier echter even goed en wordt eenzelfde aanzet van 1,86 kg N ofwel 11,6 kg eiwit verkregen. De benutting van het opgenomen eiwit wordt verbeterd en er wordt vooral minder stikstof met de urine uitgescheiden.

De stikstofreductie die kan worden gerealiseerd met het gebruik van synthetische aminozuren en gelijktijdige verlaging van het eiwit in het voer, is ongeveer 20 procent.

Voor het milieu geeft deze methode van stikstofreductie nog een bijkomend voordeel, omdat juist de urinstikstof wordt geredu-

Tabel 3: Benutting van synthetische aminozuren door biggen<sup>1</sup>

Proef	Dagelijkse groei (g/dag)		Voederconversie	
	rantsoen 1	rantsoen 2	rantsoen 1	rantsoen 2
A	707	696	1,905	1,918
B	711	725	1,919	1,911
gem.	709	710	1,912	1,911

<sup>1</sup> Rantsoen 1: 17,5% ruw eiwit; rantsoen 2: 15,0% ruw eiwit plus synthetische aminozuren

## Reductie van de stikstofemissie: overzicht van de mogelijkheden

Voeding

Een aantal maatregelen in de sfeer van voeding en management kunnen gezamenlijk leiden tot een aanzienlijke reductie van de stikstofemissie. Alle maatregelen brengen echter hoge kosten met zich mee. Of een voorgestelde maatregel uiteindelijk tot toepassing zal komen, hangt af van economische wetten.

Maatregelen en methoden om de stikstofemissie te reduceren zijn te onderscheiden in maatregelen op korte termijn en maatregelen die nader onderzoek vergen en eerst op langere termijn toepassing kunnen vinden.

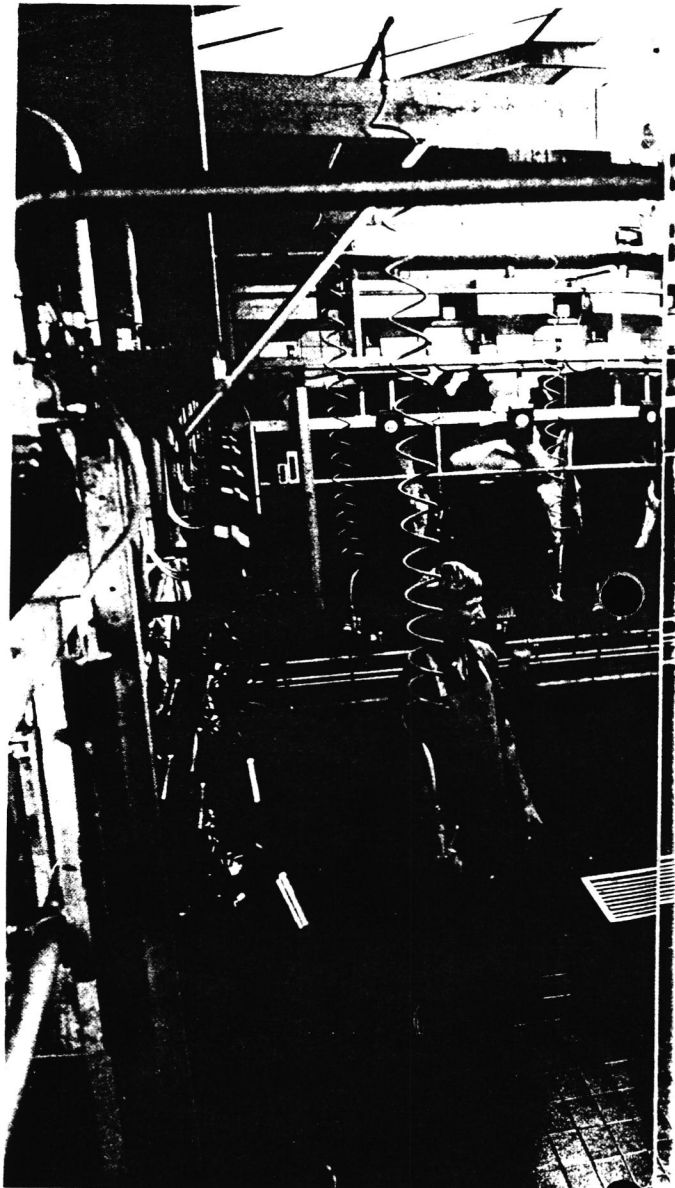
### Oplossingen op korte termijn

-Het gebruik van uitsluitend goed verteerbare veevoedergrondstoffen. Dit kan de stikstofemissie met enkele procenten terugdringen.

-Meerfasenvoeding. Met het toenemen van de leeftijd van het dier neemt de eiwitbehoefte en ook de fosforbehoefte af. Het eiwitgehalte en het fosforgehalte in het voer kunnen worden gereduceerd als het voer beter wordt afgestemd op de veranderende behoefte van het dier. Coppoolse et al. (1990) hebben berekend dat fasenvoeding bij eenmagige landbouwhuisdieren tot een substantiële vermindering van de stikstof- en fosforuitstoot kan leiden.

-Gebruik van synthetische aminozuren onder gelijktijdige verlaging van het eiwitgehalte van het voer. Van de direct toepasbare methoden levert deze maatregel de grootste reductie voor eenmagige landbouwhuisdieren op.

De maatregelen die onmiddellijk kunnen worden toegepast, kunnen samen de stikstofemissie met zo'n 25 procent



ceerd. De stikstof in de urine komt voor in gemakkelijk fermenteerbare vorm, als ureum bij varkens en als urinezuur bij pluimvee. Ureum en urinezuur geven snel aanleiding tot de uitstoot van ammoniak, hetgeen belastend is voor het milieu. In de mest vindt men onverteerd eiwit naast microbieel eiwit, dat wordt gevormd tijdens de vertering in de dikke en de blinde darm. Uit het mesteiwit wordt minder snel ammoniak gevormd. Toepassing van synthetische aminozuren kan daardoor tot een aanzienlijke verlaging van juist de meest hinderlijke stikstofemissie leiden.

### Prijsverhoudingen

Of en in welke mate deze mogelijkheden zullen worden toegepast, zal afhangen van de prijsverhou-

dingen tussen synthetische aminozuren en eiwitgebonden aminozuren in de grondstoffen. Ook zal hierin meespelen in hoeverre er extra kosten moeten worden gemaakt om de stikstof in de mest af te zetten.

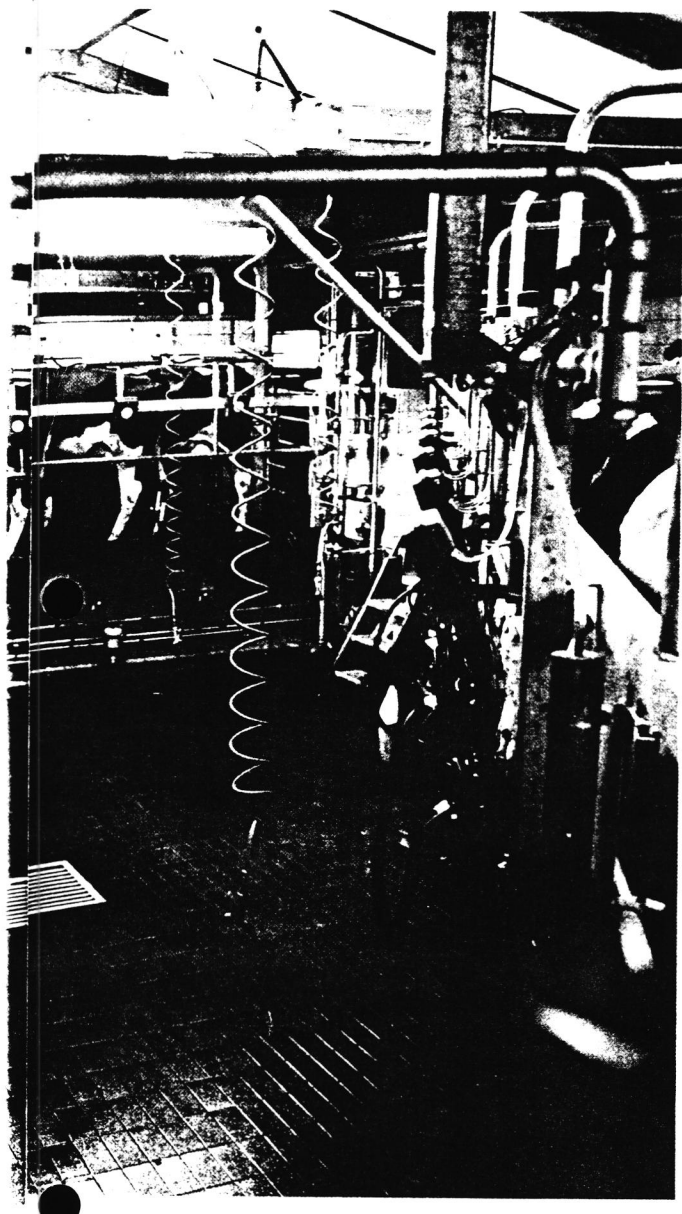
Enkele methoden om tot een vermindering van de stikstofuitscheiding te komen kunnen onmiddellijk worden toegepast of worden reeds toegepast. Zo zal het invoeren van een tabel met de schijnbare ileale verteerbaarheid van de belangrijkste aminozuren, gebaseerd op uitgebreid onderzoek met varkens bij het ILOB, zonder twijfel hebben geleid tot minder verkwesting van eiwit en tot een lagere eiwituitstoot in het milieu, doordat er beter volgens de norm gevoerd kan worden.

Een betere benutting van het eiwit

door toepassing van synthetische aminozuren, in combinatie met verlaging van het eiwitgehalte in het voer, kan onmiddellijk worden toegepast en zal, zoals werd berekend, de stikstofuitscheiding met ongeveer 20 procent kunnen verlagen. Bovendien levert deze methode juist een bijdrage aan de reductie van de gemakkelijk fermenteerbare stikstof uit de urine en dus tot de terugdringing van de schadelijke ammoniakemissie. Methoden die pas op langere termijn toepassing zullen kunnen vinden, zijn gerichte (bio)technologische eliminatie van antinutri-tionele factoren (ANF's) en gerichte toepassing van enzymatische behandeling van veevoeders of grondstoffen.

Bij bonen en erwten kan een verbetering van de verteerbaarheid





terugdringen. Bovendien heeft de reductie betrekking op gemakkelijk fermenteerbare stikstofverbindingen, die leiden tot ammoniakemissie.

#### Oplossingen op langere termijn

-Behandeling van de 'non-starch polysaccharides' (NSP's) in voeders en voedergrondstoffen. Als enzymen ter ontsluiting van de celwandbestanddelen worden toegepast, blijkt gelijktijdig ook de verteerbaarheid van eiwitten belangrijk te verbeteren. Toepassing hiervan zal in de toekomst bijdragen aan een betere verteerbaarheid van eiwitten.

-Eliminatie van antinutritionele factoren (ANF's). ANF's zoals trypsineremmers, lectinen, tanninen en antigene eiwitten worden hoofdzakelijk gevonden in vlinder-bloemigen. De vertering van eiwitten in grondstoffen gebaseerd op vlinderbloemigen wordt door de aanwezigheid van ANF's gestoord. Verwijdering of eliminatie van ANF's kan leiden tot een reductie van de stikstofuitscheiding bij toepassing van deze veevoedergrondstoffen.

-Toepassing van somatropinen. Hierdoor kan een zeer aanzienlijke verbetering van de benutting van eiwitten worden bereikt. Van Weerden & Verstegen (1988) hebben berekend dat bij gebruik van somatropinen de stikstofuitscheiding met 21 procent werd verlaagd en de fosforuitscheiding met 16 procent.

-Verbetering van het management. Gelet op de grote verschillen in technische resultaten tussen bedrijven kan door optimalisering van het management op een groot aantal bedrijven het aantal dieren worden gereduceerd met behoud van het produktievolume. Verbetering van het management dient gericht te zijn op verhoging van de produktie per dier, verbetering van de voederconversie en verhoging van de groeisnelheid. Reductie van het aantal dieren met behoud van het produktievolume kan tot een aanzienlijke reductie van de stikstof- en fosforuitstoot leiden. De maatschappelijke en economische consequenties dienen nader te worden onderzocht.

Met de methoden die thans nog worden bestudeerd, kan zeker een aanzienlijke reductie van de stikstofuitstoot worden bereikt, bovenop de effecten van de maatregelen op korte termijn. Voor de toepassing van somatropinen speelt echter acceptatie door de consument wel een rol.

Optimalisering van het management kan ertoe leiden dat het aantal dieren omlaag kan met behoud van het produktievolume (foto Ministerie van Landbouw)

Voeding

van eiwit worden verkregen door eliminatie van ANF's als tanninen, trypsineremmers en lectinen. Kennis van het mechanisme dat de verslechtering van de verteerbaarheid van eiwit veroorzaakt, kan interessante aanwijzingen opleveren voor effectieve technologische of biotechnologische behandelingen.

Enzymatische behandelingen zullen in aanmerking komen als grondstoffen worden gebruikt waarin de koolhydraatfractie overwegend uit niet-zetmeel-koolhydraten (NSP's) bestaat. Het is niet duidelijk of hierbij het grootste voordeel behaald wordt door beperking van de uitscheiding van endogeen eiwit of door ontsluiting van eiwit dat zonder enzymatische behandeling niet voor afbraak in aanmerking zou zijn gekomen. □

#### Literatuur

- Coppoolse, J., Vuuren, A.M. van, Huisman, J., Janssen, W.M.M.A., Jongbloed, A.W., Lenis, N.P. & Simons, P.C.M., 1990. De uitscheiding van stikstof, fosfor en kalium door landbouwhuisdieren. In: Nu en morgen. FOMA, Wageningen.
- Sauer, W.C. & Ozimek, L., 1986. Digestibility of amino acids in swine; results and their practical applications. *Livestock Production Science* 15: 367-388.
- Schutte, J.B., 1989. Practical application of (bio)synthetic amino acids in poultry and pig diets. In: E.J. van Weerden & J. Huisman (Eds), *Nutrition and digestive physiology of monogastric farm animals*, blz. 75-88. Pudoc, Wageningen.
- Weerden, E.J. van, 1989. Present and future developments in the protein/

amino acid supply of monogastric farm animals. In: E.J. van Weerden & J. Huisman (Eds), *Nutrition and digestive physiology of monogastric farm animals*, pp. 89-101. Pudoc, Wageningen.

Weerden, E.J. van & Verstegen, M.W.A., 1988. Effects of PST on environmental N pollution. In: *Biotechnology for control of growth and product quality in swine. Implications and acceptability. Proceedings van een internationaal symposium (Landbouwniversiteit Wageningen, 12-14 december 1988)*, pp. 237-243.

