

Verslag van een ARC SEMINAR on RUMINANT  
Digestion and Feed Evaluation,  
gehouden te Hurley (Gr.Br.) op 4 en 5  
januari 1978

Ir. S. Tamminga

Rapport no. 122

Inleiding:

Van het in 1965 door de Agricultural Research Council in Londen uitgegeven boek "The nutrient requirements of farm livestock, no. 2 Ruminants", wordt gewerkt aan een nieuwe, grondig herziene editie, welke naar alle waarschijnlijkheid in de loop van 1978 zal verschijnen. De belangrijkste herziening hierin is de introductie van het nieuwe in Groot-Brittannië ontwikkelde eiwitwaarderingssysteem voor herkauwers, wat recentelijk gepresenteerd werd tijdens het 2nd International Symposium on Protein Metabolism and Nutrition op de Flevohof (2-6 mei 1977). Daarnaast zal het energiewaarderingssysteem voor herkauwers (gebaseerd op Omzetbare Energie) op een aantal punten worden aangepast. Het nieuwe eiwitwaarderingssysteem is voor een belangrijk deel gebaseerd op onderzoekuitkomsten, verkregen in proeven waarbij gebruik is gemaakt van proefdieren met fistels in diverse plaatsen in het verteringskanaal, meermalen in combinatie met het gebruik van radio-isotopen. Omdat op het terrein van het onderzoek met langs operatieve weg aangepaste proefdieren de laatste 10 jaar in diverse onderzoekcentra, zowel binnen als buiten Groot-Brittannië ervaringen zijn opgedaan, leek het de ARC raadzaam een zgn. "workshop" te organiseren, waarop de waarde van de met deze technieken verkregen onderzoekuitkomsten, konden worden geëvalueerd. Dank zij financiële steun van de EEG in Brussel was het mogelijk, naast onderzoekers uit Groot-Brittannië ook een beperkt aantal deelnemers van het vasteland van Europa uit te nodigen, waaronder de auteur van dit rapport.

De bijeenkomst werd gehouden in het Grassland Research Institute te Hurley, op 4 en 5 januari 1978 en werd bijgewoond door ca. 45 onderzoekers, waaronder 4 van buiten het Verenigd Koninkrijk. De eerste dag stond vooral in het teken van technieken om de vertering en de eindprodukten daarvan te meten, terwijl op de tweede dag vooral aandacht werd be-

steed aan de benutting van de eindproducten van de vertering, aan de vraag hoe de resultaten van dit soort onderzoeken moeten worden verwerkt in de waarderingssystemen voor energie en eiwit en waar nog knelpunten liggen.

In dit verslag zal vooral aandacht worden geschonken aan de discussies n.a.v. de in totaal 14 gepresenteerde lezingen. Summaries van genoemde lezingen zijn ter inzage beschikbaar bij de auteur van dit verslag. Een volledig verslag van de lezingen met discussies zal t.z.t. gepubliceerd worden door de ARC.

#### Technieken voor het bestuderen van het verteringsproces in herkauwers

Allereerst werd aandacht geschonken aan het effect van het aanbrenge van fistels op het dier, enerzijds wat betreft opname en vertering, anderzijds wat betreft intermediaire stofwisseling. Met name bij melkkoeien blijkt het percentage geslaagde operaties te wensen over te laten, getuige mededelingen van de onderzoeksgroepen uit Shinfield (NIRD), Newcastle upon Tyne en eigen ervaringen. Hoewel op dit terrein statistisch verantwoorde vergelijkingen niet of nauwelijks zijn uitgevoerd, komt uit de beperkte hoeveelheid gegevens een tendens naar voren dat de maximale ad libitum opnamecapaciteit van met re-entrant fistels uitgeruste dieren 10 - 15% lager is dan van normale dieren. Hoewel geen duidelijke verschillen in verteringscapaciteit zijn aangetoond, blijkt de variatie in verteerbaarheidsuitkomsten van gefistuleerde dieren aanmerkelijk hoger dan bij normale dieren. Over verschillen in verwerking van uit het verteringskanaal geabsorbeerde en in het bloed opgenomen nutrienten tussen van darmfistels voorziene en normale proefdieren zijn bijzonder weinig gegevens beschikbaar. Uit een vergelijking van de verwerking van geabsorbeerd eiwit tot melkeiwit in gefistuleerde en normale koeien (Oldham, Shinfield) werd de indruk gewekt dat deze verwerking bij normale dieren efficiënter is. Opgemerkt moet

echter worden dat deze efficiëntie bij gefistuleerde dieren was berekend aan de hand van vaak zeer summiere en ten dele geschatte gegevens, terwijl het eiwitaanbod in de dunne darm van normale koeien was geschat aan de hand van uitkomsten met gefistuleerde dieren, voor een belangrijk deel schapen.

Om de bovengenoemde moeilijkheden het hoofd te bieden dacht de onderzoeksgroep te Shinfield er over om T-fistels i.p.v. re-entrant fistels te gaan gebruiken. De hieraan klevende bezwaren in de zin van het moeten baseren van flowmetingen op merkstoffen dacht men te kunnen omzeilen door gebruik te maken van 2 merkstoffen, nl. Ruthenium-phenantroline voor de deeltjes fase en Cr-EDTA voor de vloeistof fase van de darminhoud.

Een volgend probleem waaraan aandacht werd besteed was het vaak afwezig zijn van een steady-state toestand in de voormagen, wanneer tweemaal daags wordt gevoerd. Dit veroorzaakt problemen, omdat sommige onderzoeken (bv. het meten van de produktie van vluchtige vetzuren in de pens) niet goed mogelijk zijn zonder zoveel mogelijk een steady-state te creëren in de vorm van het in meer keren per dag toedienen van het voer. Verwacht werd dat dit verschil tussen de omstandigheden waaronder in de praktijk wordt gewerkt en waaronder onderzoek wordt uitgevoerd in de toekomst kleiner zal worden door het introduceren van nieuwe voersystemen zoals het voeren van "complete diets", zowel in de vorm van wafels als met behulp van de recentelijk geïntroduceerde mengwagens voor het mengen van ruwvoer en krachtvoer, beide in combinatie met automatische voersystemen.

Gewezen werd op het feit dat veel onderzoek is uitgevoerd met dieren op of iets boven het opnameniveau voor onderhoud. Geconcludeerd werd dat er een groot tekort bestaat aan gegevens over de invloed van het voederopnameniveau op een aantal factoren, die van belang zijn voor de fermentatie in de voormagen, zoals eiwitafbraak, microbiële eiwitsynthese, plaats van vertering van rantsoenbestanddelen, enz.

De vele factoren die van invloed (kunnen) zijn op de synthese van microbiëel eiwit veroorzaken een grote spreiding in de in de literatuur vermelde uitkomsten. Uit de ten behoeve van het nieuwe in Groot-Brittannië ontwikkelde eiwitwaarderingssysteem bijeengebrachte literatuurgegevens bleek de per 100 g in de voormagen schijnbaar gefermenteerde organische stof gevormde hoeveelheid microbiëel eiwit te variëren van 14 tot 60 gram. Omdat de hoeveelheid onafgebroken voereiwit meestal wordt bepaald als een afgeleide van de hoeveelheid microbiëel eiwit, worden ook hiervoor grote spreidingen gevonden. Miller (Cambridge) had berekend dat voor het met een 95% betrouwbaarheid te bepalen verschil van 5% in eiwitafbraak een proef met minimaal 12 dieren (schapen) nodig zou zijn. Gewezen werd op de dringende noodzaak om onafgebroken voereiwit en microbiëel eiwit onafhankelijk van elkaar te kunnen schatten.

Het meten van de produktie van vluchtige vetzuren in de pens m.b.v. zgn. isotope-dilution-techniques bleek bij melkkoeien, gevoerd met gemengde rantsoenen, d.w.z. bestaande uit ruw- en krachtvoer, en/of bij tweemaal daags voeren, grote afwijkingen te vertonen. Dit omdat noch bij tweemaal daags voeren, noch bij het voeren van gemengde rantsoenen een steady-state toestand wordt gehandhaafd. In het laatste geval wordt het krachtvoer veel sneller gefermenteerd dan het ruwvoer, zodat ook daar de steady-state wordt verbroken. Een indirecte schatting gebaseerd op de onderlinge verhouding van de vluchtige vetzuren, de hoeveelheid uit de voormagen verdwenen organische stof en de hoeveelheid gevormd methaan lijkt voor het moment dan ook zeker niet minder perspectief te bieden. Knelpunten bij deze laatste methode kunnen zijn een verschil tussen de snelheid van produktie en de snelheid van absorptie van een vluchtig vetzuur, waardoor de verhouding geen juiste afspiegeling meer is van de verhouding waarin vluchtige vetzuren uit organische stof worden gemaakt. Ook de produktie

van methaan in blinde en dikke darm kan een vertekend beeld veroorzaken. In het laatste geval zal ook het werken met een masker van weinig nut zijn, omdat 90% van de in blinde en dikke darm geproduceerde methaan via de longen het lichaam verlaat. De wenselijkheid werd benadrukt om, daar waar de geschikte faciliteiten aanwezig zijn, onderzoeken met van re-entrant gefistuleerde herkauwers te combineren met respiratie onderzoek. Gezien de aanwezige faciliteiten, behoort het I.V.V.O. tot deze plaatsen, en sinds ca. een half jaar wordt deze combinatie van onderzoekstechnieken hier ook daadwerkelijk uitgevoerd.

Metingen bij op onderhoudsniveau gevoerde schapen over het metabolisme van de aminozuren nadat deze uit het lumen van de dunne darm waren geabsorbeerd, suggereerden dat er grote veranderingen optraden, met name in de darmwand en in de lever. Uit de gepresenteerde uitkomsten (prof. E.N. Bergman, Cornell University, U.S.A.) viel af te leiden dat niet meer dan ca. 50% van de geabsorbeerde aminozuren onveranderd de lever passeerden. Voor essentiële aminozuren leken de percentages wat hoger te zijn.

De benutting van geabsorbeerde aminozuren voor de synthese van melkeiwit werd geschat plaats te vinden met een efficiency variërend van 60-80% (Oldham, Shinfield). Hoewel hiervoor geen duidelijke onderzoekuitkomsten aanwezig zijn, werd gesuggereerd (Buttery, Nottingham) dat threonine mogelijk een der limiterende aminozuren voor melkproductie is, omdat dit aminozuur ook voor gluconeogenese gebruikt zou worden.

Hoewel het belang van technieken m.b.v. radio-isotopen (isotope-dilution-techniques) werd benadrukt, werd ook gewezen op de beperkingen van het afbakenen van een aantal "pools" in het dier, omdat over de juiste begrenzingen van deze pools en hun invloeden op elkaar nog veel onzekerheden bestaan.

Het verwerken van onderzoekuitkomsten in voor de praktijk  
bruikbare systemen

Recente onderzoeken over de energiestofwisseling bij herkauwers hebben uitgewezen dat de relatie tussen  $q$  (ME/DE) en  $k_f$  (de efficiëntie waarmee ME wordt benut voor groei en vetaanzet) verschillende waarden aanneemt voor verschillende klassen van voedermiddelen. De formules waardoor voor de verschillende klassen van voedermiddelen de relatie tussen  $q$  en  $k_f$  wordt weergegeven, zijn gebaseerd op een beperkt aantal proeven, waardoor de nauwkeurigheid van de voorspelling van  $k_f$  te wensen overlaat. Het toepassen van deze nieuwe formules leidde er toe dat bij eenzelfde  $q$  (0,50) voor voorjaarsgras, najaarsgras en gemengde rantsoenen met krachtvoer  $k_f$  waarden worden berekend van resp. 0,342, 0,273 en 0,472.

Pogingen om een bevredigende verklaring te vinden voor het fenomeen van verschillende  $k_f$  waarden voor verschillende soorten of groepen van rantsoenen hadden tot nu toe weinig succes gehad. Wel was komen vast te staan dat een verklaring niet gezocht moet worden in de richting van verschillende vluchtige vetzuur verhoudingen in de pens. Het kunstmatig voeden van dieren door het geven van een infuus van vluchtige vetzuren in variërende verhoudingen in de pens en een infuus van caseïne in de lebmaag (Ørskov, Rowett Research Institute) leverde een vrijwel konstante  $k_f$  waarde op, ongeacht de verhouding waarin de vluchtige vetzuren in de pens werden geïnfuseerd. Voor een verklaring van de variërende  $k_f$  werd nu gedacht in de richting van een verschil in plaats van vertering, met eventueel de absorptie van niet meer verwaarlosbaar kleine hoeveelheden zetmeel en/of glucose uit de dunne darm.

In de praktijk leidde het hanteren van een verschillende  $k_f$  voor verschillende klassen van voedermiddelen tot moeilijkheden. Het toevoegen van bv. 20% krachtvoer aan een rantsoen van najaarsgras, waardoor dit een gemengd rantsoen zou worden, zou bij een gelijkblijvende  $q$  (van 0,50), de  $k_f$  van dat rant-

soen met 75% verhogen (Greenhalgh, Rowett Research Institute), Volgens sommigen (o.a. Thomson, Grassland Research Institute) zou de introductie van dit soort verschillen, zonder dat daarvoor een fysiologisch bevredigende verklaring was, wel eens het begin van het einde van het ARC Metabolisable Energy systeem voor herkauwers kunnen betekenen.

Een van de problemen met het nieuw ontworpen eiwitwaarderingssysteem voor herkauwers was dat het nog geen officiële naam had. Een voorkeur bestond om het min of meer analoog aan het Metabolisable Energy systeem maar Metabolisable Protein systeem te noemen, maar dit was niet (meer) mogelijk, omdat het weliswaar verwante, maar niet geheel identieke in de U.S.A. ontworpen eiwitwaarderingssysteem voor herkauwers (Burroughs e.a.) deze naam al draagt.

De beste benadering van de eiwitvoorziening van een herkauwer lijkt de dagelijkse flow van eiwit of aminozuren door de dunne darm, zo nodig gecorrigeerd voor endogeen eiwit. Deze schatting kan zijn de som van onafgebroken voereiwit en microbiëel eiwit, maar het is ook mogelijk om deze te schatten uit een relatie met een rantsoencomponent. Vooral de opgenomen schijnbaar verteerde organische stof lijkt een goede maat voor de eiwitvoorziening. Over de suggestie om de eiwitvoorziening van een herkauwer te schatten door de eiwitflow in de dunne darm te relateren aan de opgenomen vos in plaats van als de som van onafgebroken voereiwit en microbiëel eiwit waren de meningen verdeeld. Men vroeg zich o.m. af of de gevonden relatie wel algemene geldigheid had en of men niet verschillende regressielijnen zou moeten berekenen voor verschillende soorten rantsoenen of groepen voedermiddelen.

Gewezen werd op de onderlinge relatie tussen eiwit- en energiestofwisseling en voorgesteld werd om hier in de toekomst een soortgelijke bijeenkomst aan te wijden.

Een onderwerp wat sterk belangstelling trok was het construeren van een (computer-) model van de pens (Beever, Hurley). Door sommigen werd aan dit soort modellen in de toekomst een grote (voorspellende) waarde toegekend, anderen zagen de waarde ervan meer in de richting van het opsporen van leemtes in onze



kennis van bepaalde stukken van de fysiologie van de voor-  
magen van herkauwers. Dat het construeren van een dergelijk  
model soms tot zeer gecompliceerde (m.b.v. multiple regressie  
berekende) relaties als onderdeel van het model, leidt, werd  
niet als een bezwaar gezien, ook niet door vertegenwoordigers  
van de voorlichting. In het onderhavige model was de verdun-  
ningssnelheid van de pensvloei stof verwerkt en deze was ge-  
relateerd aan een aantal rantsoenkenmerken. De uiteindelijk  
berekende formule bevatte niet minder dan 7 regressiecoëf-  
ficiënten, waarvan een tweetal kwadratisch. Ondanks de gecom-  
pliceerdheid van de regressievergelijking kon nog slechts  
56% van de totale variatie door de regressie verklaard worden.  
Uit het opgestelde model van de pensfermentatie bleek overi-  
gens wel dat er nog vele terreinen zijn waarover onze kennis  
te wensen overlaat. De toegepaste onderzoekstechnieken zijn  
vaak verre van eenvoudig en komen vaak pas tot stand na een  
aantal "miskleunen". Het werd betreurd dat deze laatste er-  
varingen vaak niet verder komen dan onderin een bureaula van  
een onderzoeker.

#### Op het Grassland Research Institute toegepaste onderzoektech- nieken

Aan het Grassland Research Institute wordt op uitgebreide  
schaal verteringsonderzoek verricht, zowel in vitro als in  
vivo (De door Tilly & Terry ontwikkelde in vitro techniek  
is afkomstig van het G.R.I.). In vivo werd o.m. gewerkt met  
re-entrant gefistuleerde dieren, waarbij voor het meten van  
de dampassage volautomatische apparatuur was ontwikkeld.  
Ondanks dat de apparatuur 's nachts zonder toezicht kon  
doordraaien, beperkte men de meetperioden nog steeds tot  
24 uur. Ook voor het nemen van pensmonsters was volautoma-  
tische apparatuur aanwezig. Van alle in het kader van ver-  
teringsonderzoek met herkauwers gebruikte apparatuur en  
technieken was een gebundelde beschrijving beschikbaar,  
welke bij de auteur van dit verslag voor belangstellenden  
ter inzage ligt.

Op de tweede dag van het Seminar was een demonstratie van de in Hurley gebruikte technieken ingelast. Opvallend was de in vergelijking met "Hoorn" beperkte ruimte rond de dieren. Een van de redenen hiervoor was dat in Groot-Brittannië voor ieder fisteldier, naast een kooi, ook een box waarin het dier vrij kan rondlopen aanwezig moet zijn. Wanneer hiervoor ruimte moet worden gevonden in bestaande gebouwen, gaat dit vaak in eerste instantie ten koste van de ruimte rondom de dieren.