

Verslag van een studiereis naar
Schotland en Engeland.

A.M.van Vuuren en S.Tamminga

Rapport no. 98

<u>Inhoud</u>	blz.
1. Inleiding	1
2. Vettoevoegingen in rantsoenen voor melkvee	1
3. N-metabolisme	5
4. Pensfermentatie	8
5. Technische aspecten van onderzoek met fisteldieren	13
5.1 Operatietechnieken	13
5.2 Meettechnieken	14
6. Andere technieken	16
6.1 Het catheteriseren van bloedvaten in schapen	16
7. Diversen	16
7.1 Het metabolisme van B-vitamines in herkauwers	16
7.2 Het effect van veranderingen in de ruwvoer/krachtvoer verhoudingen op opname en melkproductie	17
7.3 Andere onderzoekactiviteiten	19

1. Inleiding.

Door de auteurs werden in het najaar van 1976 (gedeeltelijk gezamenlijk) studiereizen gemaakt naar en door Groot Brittanië. De reizen hadden een voornamelijk oriënterend karakter, waarbij het voor één der auteurs (A.v.V.) een eerste oriëntatie betrof, terwijl het voor de tweede auteur een vervolg was op eerdere reizen (zie interne rapporten nrs. 50 en 67). Tijdens de reizen werd een aantal instellingen op het gebied van veevoedingsonderzoek bezocht, waar diverse problemen, voornamelijk verband houdende met voedingsfysiologisch onderzoek bij herkauwers (in het bijzonder melkvee), werden besproken met diverse Britse collega-onderzoekers.

Bezocht werden:

- Het Hannah Dairy Research Institute te Ayr (Schotland)
- Het Rowett Research Institute te Aberdeen (Schotland)
- De Universiteit van Newcastle upon Tyne (Engeland)
- Het National Institute for Research in Dairying, Shinfield te Reading (Engeland)
- Het Grassland Research Institute te Hurley (Engeland). (Alleen A.v.V.)

Omdat de discussies zoveel mogelijk waren toegespitst op tamelijk nauwkeurig te omschrijven van te voren geplande onderwerpen wordt ook in dit verslag een indeling naar onderwerp aangehouden. Deze vorm lijkt de voorkeur te verdienen boven een in chronologische volgorde van bezochte onderzoekinstellingen geplaatste opsomming van de op de diverse plaatsen gevoerde gesprekken.

Het centrale gespreksthema was doorgaans aspecten van de pensfermentatie (N-stofwisseling, koolhydratenafbraak, methaanvorming, vetstofwisseling) en de invloed hiervan op de intermediaire stofwisseling en op de uiteindelijke productie van het dier. Ruime aandacht werd ook besteed aan het bespreken van een groot aantal technische aspecten van het doen van onderzoek met al dan niet chirurgisch geprepareerde proefdieren.

2. Vet toevoegingen in rantsoenen voor melkvee.

De mogelijkheden om vet op te nemen in rantsoenen voor melkvee genieten de laatste jaren een groeiende belangstelling. Hiervoor zijn ten minste twee redenen aan te wijzen. Enerzijds is vet een zeer geconcentreerde energiebron en vooral bij hoogproduktieve melkkoeien waar de opnamecapaciteit de beperkende factor voor de energievoorziening is,

lijkt het verhogen van de energieconcentratie in het rantsoen door middel van het opnemen van vet aantrekkelijk. Aan dit aspect wordt ook in "Hoorn" al geruime tijd aandacht besteed (Westerhuis en de Visser, 1975). Anderzijds hebben technologische behandelingen van het vet het mogelijk gemaakt de fysische en fysiologische kwaliteit van melkvet te beïnvloeden via het opnemen van "gecoat" vet in het rantsoen. Ook dit aspect staat in "Hoorn" de laatste jaren in de belangstelling (Tamminga, Steg-Beers, van Hoven en Badings, 1976).

Echter bij het toevoegen van vet aan rantsoenen voor herkauwers treedt een aantal problemen op die een nadere studie gewenst maken. Allereerst beïnvloedt vet de pensfermentatie. Dit is enerzijds het gevolg van het bedekt raken van rantsoenbestanddelen met een laagje vet, waardoor die rantsoenbestanddelen minder goed beschikbaar zijn als substraat voor de micro-organismen in de pens, anderzijds wordt de hoeveelheid organische stof in het rantsoen welke beschikbaar is als substraat voor de micro-organismen in de pens verminderd, omdat het vet zelf niet of nauwelijks gefermenteerd kan worden. Gegevens over de verdere (energetische) verwerking van vet door melkvee ontbreken vrijwel geheel. Het is dus duidelijk dat er alle aanleiding bestaat om meer onderzoek te doen naar een aantal meer fysiologische aspecten van het gebruik van vet in melkveerantsoenen. Als voorbereiding hiervoor werd daarom tijdens de studiereis naar diverse instituten in Groot Brittannië een aantal aspecten hiervan ter discussie gesteld.

Aan het Hannah Dairy Research Institute (Ayr, Schotland) was vanaf 1969 (Harfoot, Noble en Moore) veel onderzoek uitgevoerd naar de hydrogenering van onverzadigde vetzuren (voornamelijk linolzuur) in de pens. Dit onderzoek was nu afgesloten onder meer door het vertrek van de microbioloog (Dr. C.G. Harfoot).

Een van de konklusies van hun experimenten was dat voedseldeeltjes in de hydrogenering van onverzadigde vetzuren een belangrijke rol spelen. Hydrolyse van triglyceriden (lipolyse) blijkt in vitro plaats te vinden in het celvrije supernatant. Het vrije linolzuur (C18:2) wordt hierna grotendeels aan voedseldeeltjes geadsorbeerd en hier gehydrogeneerd. De hydrogenering van C18:2 vindt plaats via het cis-9, trans-11 vetzuur, dat na (partiële) hydrogenering twee isomeren kan opleveren, nl. cis-9 C18:1 en trans-11 C18:1. (De scheiding van de cis- en de trans-vorm van C18:1 werd uitgevoerd met behulp van dunne

laag chromatografie op met zilvernitraat geïmpregneerd silicagel (Dudley et al., 1975).

In de pens wordt onder normale omstandigheden C18:1 cis zeer snel omgezet in C18:0 (stearinezuur). De omzetting van C18:1 trans in C18:0 gaat echter aanzienlijk langzamer. Een verklaring hiervoor kan zijn dat beide omzettingen plaats vinden in de bacteriën, waarbij de C18:1 cis veel sneller de bacteriële celwand kan passeren dan de C18:1 trans. Het infuseren van vrij C18:2 in de pens met een snelheid die hoger is dan die waarmee het gehydrogeneerd kan worden, resulteert in een grotere toename van de C18:1 trans concentratie en een geringere toename van de C18:0 concentratie. Tevens bleek minder C18:2 te worden omgezet.

In een recent onderzoek in Reading (Brumby) was destructievet gecoat met soja-eiwit in plaats van caseïne. Hoewel bij dit procédé tot nu toe slechts ca. 45% van het vet kon worden beschermd, had men voor het gebruik van gecoat vet in de parktijk redelijke toekomstverwachtingen: coating met soja-eiwit is veel goedkoper dan coating met caseïne.

Met een rantsoen, bestaande uit $\frac{3}{4}$ krachtvoer en $\frac{1}{4}$ ruwvoer was het mogelijk gebleken tot ca. 2 kg destructievet/dier/dag toe te dienen. Deze hoge gift had ten aanzien van het basisrantsoen nogal wat nadelige gevolgen in de vorm van:

- verlaging van de totale ds-opname
- verlaging van de energie-opname
- daling van de schijnbare verteerbaarheid van de organische stof
- daling van de melkproductie.

Brumby vermoedde dat deze nadelige gevolgen gedeeltelijk toe waren te schrijven aan het onvolledige coatingsprocédé.

Uit de resultaten van darmdoorstromingsproeven met schapen, met vergelijkbare rantsoenen was gebleken, dat, ook bij minder extreme vettoevoegingen de vertering van de organische stof in de voormagen met 25-50% afneemt, wat gedeeltelijk wordt gecompenseerd door een verhoogde vertering in het darmkanaal (o.a. vet in de dunne darm, rc in blinde en dikke darm).

Nadelen in de vorm van een verteringsdepressie en veranderingen c.q. remming van de pensfermentatie, die optreden bij vettoevoegingen aan rundveerantsoenen zouden volgens Lough (Rowett Research Institute, Aberdeen), geheel of gedeeltelijk kunnen worden voorkomen door het vet eerst te vermengen met één van de componenten van het rantsoen. De partikels van deze ene component zouden dan het vet "vasthouden", waardoor andere voedseldeeltjes niet meer door het vet "gecoat" kunnen

worden. Deze werkwijze was aan het Hannah Research Institute te Ayr (Clapperton) met veel succes toegepast, waarbij suikerbietenpulp als "drager" was gebruikt. Het bleek mogelijk om op deze wijze tot aan 20% vet aan de pulp toe te voegen. Een nadeel van deze methode is dat een dergelijk met vet "doordrenkte" komponent niet meer samen met andere componenten tot pellets geperst kan worden vanwege de hiermee gepaard gaande temperatuur- en drukverhogingen, waardoor het vet waarschijnlijk vloeibaar wordt en de andere rantsoenbestanddelen kan gaan "coaten".

In het bloedplasma bleek Cl8:2 voornamelijk voor te komen in cholesterylesters en fosfolipiden (Noble, Hannah), waardoor het geringe percentage Cl8:2 in melkvet na het voeren van rantsoenen met veel Cl8:2, waarbij een deel aan de pensfermentatie ontsnapt, wordt verklaard. De verhoging van het gehalte in melkvet van Cl8:1, welke gewoonlijk na het voeren van dergelijke rantsoenen ook wordt gevonden, komt voor een niet onbelangrijk gedeelte door een verhoging van het gehalte aan Cl8:1_{trans} (Banks et al, 1976 wat nadelig kan zijn voor de mens (Sgoutas et al., 1970).

Literatuur

- Banks, W., Clapperton, J.L. & Ferrie, M.E., 1976
J. Dairy Res., 43:219
- Czerkawski, J.W., Christie, W.W., Breckenbridge, G. & Hunter, N.L., 197
Br. J. Nutr., 34:35
- Dudley, P.A. & Anderson, R.E., 1975
Lipids, 10:113
- Harfoot, C.G., Crouchman, M.L., Noble, R.C. & Moore, J.H., 1974
J. Appl. Bacteriol., 37:633
- Harfoot, C.G., Noble, R.C. & Moore, J.H., 1973
Biochem. J., 132:829
- Harfoot, C.G., Noble, R.C. & Moore, J.H., 1973
J. Sci. Fd. Agric., 24:961
- Harfoot, C.G., Noble, R.C. & Moore, J.H., 1975
Anthonie van Leeuwenhoek, 41:533
- Lough, A.K., 1975
In: Lipid Absorption: Biochemical and Clinical Aspects (Rommel & Goebell, eds), p. 255
- Moore, J.H., Noble, R.C. & Steele, W., 1968
Br. J. Nutr., 22:681
- Moore, J.H., Noble, R.C., Steele, W. & Czerkawski, J.W., 1969
Br. J. Nutr., 23:869

- Sgoutas, D. & Kummerow, 1970
Am. J. Clin. Nutr., 23:1111
- Steele, W., Noble, R.C. & Moore, J.H., 1971
J. Dairy Res., 38:43
- Steele, W., Noble, R.C. & Moore, J.H., 1971
J. Dairy Res., 38:57
- Tamminga, S., Steg-Beers, A., Hoven, W. van & Badings, H.T., 1976
Neth. Milk Dairy J., 30:106
- Westerhuis, J.H. & Visser, H. de, 1975
I.V.V.O., Intern rapport no. 74

3. N-metabolisme.

Hoewel spectaculaire ontwikkelingen op dit gebied in de komende jaren niet erg waarschijnlijk lijken wordt op de meeste onderzoekinstellingen in Groot-Brittannië (nog) veel aandacht geschonken aan onderzoek over dit onderwerp. Het onderzoek vindt gewoonlijk plaats met van re-entrant fistels voorziene proefdieren, meestal schapen, in een enkel geval ook koeien (o.a. Newcastle en Reading). De verdieping van het inzicht in het N-metabolisme in het verteringskanaal van de herkauwer als gevolg van het gedurende de laatste 10 jaar uitgevoerde grote aantal proeven met fisteldieren heeft er toe geleid dat de Agricultural Research Council begonnen is met het ontwerpen van een nieuw eiwitwaarderingssysteem voor herkauwers (ARC Working Party on Nutrient Requirements of Ruminants, Protein sub-Group). In dit nieuwe systeem wordt o.m. rekening gehouden met de microbiële afbraak van voereiwit in de pens en met de microbiële eiwitsynthese. Voor een meer uitgebreide beschrijving van het systeem wordt verwezen naar intern rapport no. 97.

Tamelijk opvallend is het belangrijke aandeel wat de mogelijkheden van de aanwending van NPN in de voeding van herkauwers over het algemeen in Groot-Brittannië bij dit soort onderzoek inneemt. De belangrijke plaats die gerst (tamelijk eiwitarm) inneemt in de Britse rantsoenen voor herkauwers, gecombineerd met het feit dat de Britse ruwvoerders doorgaans niet uitmunten door een erg hoog eiwitgehalte zal hieraan wel niet vreemd zijn. Ook het in vergelijking met Nederland veel grotere belang van mestvee- en schapenhouderij in Groot Brittannië zal hierbij van betekenis zijn.

Meggison (Ph.D. student Newcastle) onderzocht de waarde van isobutyldiureum (IBDU) met behulp van darmdoorstromingsproeven met runderen.

IBDU is één van de zgn. slow-release NPN bronnen, d.w.z. dat de NH_3 (als N-bron voor de pensbacteriën) hieruit zeer langzaam wordt vrijgemaakt. In vitro was gebleken dat de halfwaardetijd van IBDU drie dagen bedroeg. (Doordat de verdunningsnelheid buiten beschouwing werd gelaten geeft dit waarschijnlijk zelfs nog een te geflatteerd beeld). Ook in vivo was de langzame afbraak van IBDU bevestigd, want bij de darmdoorstromingsproeven bleek 50% van de N in de darminhoud als niet-eiwit-N (niet-aminozuur-N?) voor te komen. Hiermee werden eerdere resultaten met IBDU (Kaufmann & Hagemester, 1973) bevestigd.

In de proeven van Meggison bleek de microbiële eiwitproductie in de pens o.m. afhankelijk te zijn van de koolhydraatbron: met gebroeide gerst werd een hogere microbiële eiwitproductie gevonden dan wanneer geplette gerst in het rantsoen werd opgenomen. Volgens Meggison zou de NH_3 concentratie in de pens bij gebruik van IBDU gelijkmatig zijn, zodat de vrijkomende energie altijd direct voor microbiële groei kan worden benut.

Aan dezelfde rantsoenen werden sinds kort zouten toegevoegd, ter verhoging van de verdunningsnelheid in de pens (zie hoofdstuk 4). In tegenstelling tot de resultaten van Harrison (Newcastle), wezen de eerste resultaten niet op een verhoging, maar op een verlaging van de totale hoeveelheid microbiëel eiwit die in de dunne darm verschijnt.

Bij het bestuderen van de eiwitvoorziening van melkkoeien had Ørskov (Rowett, Aberdeen) proeven gedaan waarbij het effect was bestudeerd van het geven van een infuus van eiwit (caseïne) aan pas afgekalfde koeien. Hij had daartoe koeien geselecteerd waarvan verwacht werd dat ze in staat waren minstens 30 kg melk/dag te kunnen produceren. Een dag na het afkalven werden de dieren voorzien van een lebmaagfistel. Dit fistel mondde uit in een subcutaan aangebracht slangetje wat op de schoft van het dier naar buiten kwam. De koeien die op het moment van afkalven in een uitstekende conditie verkeerden werden zodanig gevoerd dat ze voldoende energie kregen voor de productie van 10 kg melk. Via de subcutaan aangebrachte slang werd een infuus in de lebmaag gegeven van 750 g glucose/dag. Dit werd in verschillende trappen geleidelijk vervangen door een infuus van eiwit (caseïne). Het eiwitinfuus had een aanmerkelijk groter effect op melkproductie zowel als op eiwit- en vetgehalte van de melk dan het infuus met glucose. Het effect van het infuseren van eiwit (stijging van de melkproductie per 100 g geïnfuseerd eiwit) nam af naarmate de hoeveelheid toegediend eiwit toenam. In de controlegroep (geen infuus) werd een melkproductie bereikt van 15 kg/dag

wat door een eiwitinfuus van 750 g caseïne/dag steeg tot ca. 22 kg. Het infuseren van 750 g glucose/dag had een melkproductie van ca. 19 kg/dag tot gevolg. Op grond van de uitkomsten was Ørskov tot de konklusie gekomen dat de limiterende factor voor de piekproductie van melkkoeien (1 à 2 maanden na het afkalven) niet de opname van energie was, maar de beschikbaarheid van eiwit; een conclusie die gezien de lage energievoorziening niet al te overtuigend lijkt.

R.Aston (Grassland Research Institute te Hurley) deelde deze mening. Tijdens zijn experimenten bleek bovendien dat ureumtoevoeging aan snijmaïsrantsoenen een positieve invloed had op de totale ds-opname van melkkoeien in het begin van de lactatie.

Met behulp van een in vitro techniek, die erop berustte dat het te onderzoeken materiaal in een dacron zakje in de pens werd gehangen en gedurende 6 tot 20 uren geïncubeerd, werd naast de vertering van de organische stof ook de mate van eiwitafbraak bestudeerd (Ørskov, Rowett Research Institute). Geclaimd werd dat op deze manier een goed reproduceerbare indruk kon worden verkregen van de aantastbaarheid van voereiwit in de pens. Een kardinaal punt voor het verkrijgen van een goede reproduceerbaarheid waren de afmetingen van de dacron zakjes. Momenteel werden de gevonden uitkomsten vergeleken met in vivo resultaten, gebaseerd op onderzoek met re-entrant gefistuleerde dieren, waarbij de eiwitaantastbaarheid was gemeten als het verschil van totaal N in de dunne darm en het aandeel van microbiëel N. Dit laatste was gemeten met behulp van de gebruikelijke merkstoffen voor het schatten van de microbiële eiwitproductie zoals nucleïnezuren, DAPA en ³⁵S.

Een tweede aspect wat met behulp van deze "zakjes techniek" bestudeerd was, was het optimale NH₃ gehalte voor de fermentatie van het opgenomen voer (vooral koolhydraten met 1,6 glucoside bindingen, zoals cellulose) in de pens. Het NH₃ gehalte in de pens kon vrij reproduceerbaar worden gevarieerd met behulp van aan gerst toegevoegde ureum (wat door middel van sprayen van een ureumoplossing homogeen met de gerst werd gemengd). Een maximale pensfermentatie werd gevonden bij een NH₃ gehalte van 20-25 mg NH₃/100 ml pensvloeistof. Dit laatste gehalte was vooral daarom interessant omdat uit Amerikaanse onderzoeken (Satter & Roffler, 1975) was gebleken dat het NH₃ gehalte in de pensvloeistof waarbij de efficiëntie van microbiële groei maximaal was, veel lager lag (ca. 5 mg NH₃/100 ml pensvloeistof). De combinatie van beide vindingen zou erop wijzen dat de (energetische) efficiëntie van microbiële groei in de pens afneemt bij hogere NH₃ gehalten.

Aminozurenonderzoek bij herkauwers, waarbij met name aandacht werd besteed aan de mogelijkheid van aminozuurabsorptie vanuit de voormagen (Chalmers, Rowett Research Institute) had onder meer uitge-
wezen dat de rode bloedcellen een belangrijke pool van vrije aminozuren kunnen vormen, waardoor het gebruik van de vrije aminozuren in het bloedplasma als index voor de eiwitvoorziening bij herkauwers nogal op de tocht kwam te staan. Ook bij andere diersoorten is het voorkomen van belangrijke hoeveelheden vrije aminozuren in de bloedcellen wel gevonden, zodat ook hier het gebruik van de plasma aminozuur index methode als maat voor de eiwitvoorziening van de intermediaire stofwisseling zijn beperkingen lijkt te hebben.

Literatuur

Kaufmann, W. & Hagemeister, H., 1973

Milchwissenschaft, 28:347

Scatter, L.D. & Roffler, R.E., 1975

J. Dairy Sci., 58:1219

4. Pensfermentatie.

Als gevolg van het toenemen van de kennis over en het inzicht in de processen die zich in de pens afspelen, begint de overtuiging steeds meer veld te winnen dat niet alleen zowel koolhydraat- eiwit- als vetstofwisseling van herkauwers worden beïnvloed door wat zich in de pens afspeelt, maar dat deze processen ook elkaar in de pens beïnvloeden. Dit leidt er steeds meer toe dat men alle facetten van de pensfermentatie in beschouwing gaat nemen, ook al is men in eerste instantie het meest geïnteresseerd in slechts één ervan, b.v. eiwitstofwisseling.

Een andere recente ontwikkeling is dat door het betere begrip van de processen in de pens er steeds meer pogingen gedaan worden om in deze processen in te grijpen. Voorbeelden hiervan zijn:

- het beschermen van eiwit tegen microbiële afbraak in de pens
- het beschermen van onverzadigde vetzuren tegen biohydrogenering in de pens
- het beperken van de energieverliezen uit de pens in de vorm van methaan (CH_4)
- het beïnvloeden van de verhoudingen waarin in de pens vluchtige vetzuren worden geproduceerd.

Beide eerste punten staan in "Hoorn" al een aantal jaren in de belangstelling (vooral project 421), terwijl één van de auteurs (S.T.) zich tijdens een 12-maandelijks verblijf in Engeland (Universiteit van Newcastle upon Tyne, Department of Agricultural Biochemistry, prof.D.G. Armstrong) zich met name met de beide laatste punten heeft beziggehouden. Het behoeft dus geen verwondering te wekken dat de pensfermentatie vrij frequent onderwerp van gesprek is geweest tijdens de bezoeken aan de diverse onderzoekinstellingen in Engeland en Schotland.

Echter ingrijpen in processen in de pens heeft vaak gevolgen die zich niet beperken tot hetgeen zich in de pens afspeelt. Dit werd met name benadrukt door Ørskov (Rowett, Aberdeen). Volgens deze onderzoeker (World. Rev. of Nutr. and Diet. 22, 1973, 152-182) veroorzaakt een beïnvloeding van de VFA verhoudingen in de pens niet alleen een verandering in de energieverliezen in de pens (meer propionzuur betekent minder verliezen als CH_4), maar omdat de verschillende VFA met een verschillende efficiëntie als energiebron door het dier benut kunnen worden, zet deze invloed zich voort tot het niveau van de intermediaire stofwisseling. Daar komt nog bij dat naar alle waarschijnlijkheid het hele endocrine systeem van het dier beïnvloed wordt door een verandering in de toevoer van VFA naar het bloed, waardoor de manier waarop de VFA als energiebron gebruikt worden, wordt beïnvloed. (Veel propionzuur betekent een efficiënte benutting, maar onder deze omstandigheden lijkt er een voorkeur te bestaan voor het vastleggen van deze energie in reserveweefsel (depotvet) in plaats van in b.v. melkvet, in extreme omstandigheden resulterend in het zgn. low milkfat syndrome.)

Een van de mogelijkheden om de VFA verhoudingen in de pens te veranderen is het beïnvloeden van de doorstroomsnelheid van de pens. Dit was op kunstmatige wijze teweeggebracht (D.G.Harrison, Newcastle) door het verhogen van de osmotische druk in de pens door middel van het geven van een continu infuus met PEG (J. Agric. Sci., 85, 1975, 93-101) of door het (via een intraruminaal infuus dan wel via het rantsoen) toedienen van "kunstmatig speeksel" in de vorm van zouten (J. Sci. Fd. Agric., 27, 1976, 617-620). Er bleek een zeer significant ($P < 0.001$) negatief lineair verband te bestaan tussen de verdunnings-snelheid uit de pens (D =Dilution Rate) en het molaire % propionzuur in de pens. Andere belangrijke fenomenen waren, dat met een verhoogde verdunningssnelheid, de doorstroming van organische stof, en totale aminozuren was toegenomen. Dit laatste zou het gevolg zijn van een verhoogde efficiëntie van microbiële eiwitproductie (hogere Y_{ATP}).

Proeven in Newcastle hadden laten zien dat het mogelijk was het gehalte aan propionzuur (molair %) te verhogen door het opnemen van Rumensin (een vroeger onder de naam Monensin in de U.S.A. ontwikkeld coccidiostaticum) in het rantsoen. Vermoedelijk betreft het hier een methaanremmende stof, maar gegevens hierover ontbreken nog.

Clapperton (Hannah Dairy Research Institute) opperde de gedachte dat de werking van Rumensin min of meer vergelijkbaar zou kunnen zijn met de werking van b.v. Cu in varkens. Proeven waren nu in voorbereiding waarin getracht zou worden in melkgevende koeien het effect van Rumensin (verschuiving van acetaat naar propionaat, mogelijk resulterend in het "low milkfat syndrome") te combineren met het effect van "kunstmatig speeksel" (verhoging van de verdunningssnelheid, resulterend in een verhoogde efficiëntie van microbiële eiwitproductie en een verschuiving van propionzuur naar azijnzuur), waardoor de energieverliezen in de pens (Rumensin) beperkt zouden worden, terwijl toch de eiwitvoorziening van het dier verbeterd zou worden. Echter de eerste resultaten van het toevoegen van kunstmatig speeksel aan rantsoenen voor melkvee (Meggison, Newcastle, zie hoofdstuk 3), waren niet erg hoopvol.

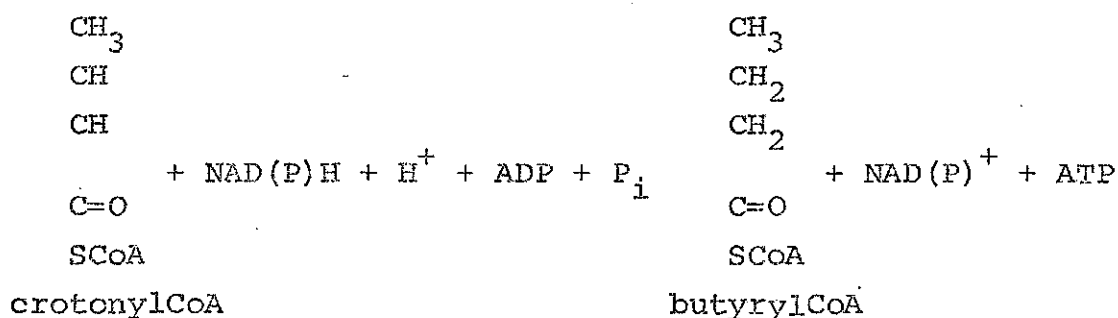
Methaanremming was een van de onderwerpen die op diverse plaatsen sterk in de belangstelling stonden. Over dit onderwerp was al een flink aantal jaren onderzoek gaande in het Hannah Dairy Research Institute (dr. Czerkawski). Vreemd genoeg is het overgrote deel van dat onderzoek gedaan in vitro, zonder dat geprobeerd is het te evalueren hetzij m.b.v. respiratieonderzoek (waarvoor mogelijkheden aanwezig waren) of met voederproeven. Naast een verschuiving van de VFA verhoudingen in de richting van propionzuur had volgens dr. Czerkawski de remming van de methaanproductie ook tot gevolg dat vetzuren met name palmitinezuur werden gesynthetiseerd. Dat dit op biochemische gronden vanuit energetisch standpunt erg onaantrekkelijk, zo niet vrijwel onmogelijk geacht moest worden, werd door Czerkawski weersproken, maar helaas ontbrak de tijd om dit volledig uit de doeken te doen.

Een van de minder veelbelovende aspecten van methaanremming was dat in vele gevallen de pensflora zich aanpaste aan de remmer met als gevolg dat de remming maar tijdelijk was. Deze resistentie tegen methaanremmers kon kennelijk op andere dieren overgedragen worden en bleef gedurende vrij lange tijd bestaan (tot aan ten minste 6 maanden). Een soortgelijk fenomeen was ook tijdens het eigen onderzoek in Newcastle geconstateerd (een intern rapport hierover is in voorbereiding).

Bij in vitro onderzoek naar de stoichiometrie van pensfermentatie was geconstateerd dat bij methaanremming niet alle H die anders in CH_4 werd uitgescheiden, werd teruggevonden in de normale eindproducten van pensfermentatie (in dit geval met name propionzuur en melkzuur). Dit verschijnsel wordt in vivo zelfs in versterkte mate gevonden en dit was bevestigd bij het onderzoek in Newcastle. Volgens dr. Henderson (Rowett, Aberdeen) zou een verklaring hiervoor kunnen zijn dat er een extra productie van acetaat had plaatsgevonden (in het onderzoek in Newcastle konden alleen de VFA verhoudingen worden gemeten, niet de producties) uit CO_2 en H_2 . Dit zou mogelijk zijn door een carboxylering van mierenzuur, een mechanisme waarvan is aangetoond dat het voorkomt in sommige anaërobe en aërobe bacteriën. De mogelijkheid dat er een ophoping van succinaat zou hebben plaatsgevonden, werd door hem erg onwaarschijnlijk geacht, omdat gebleken was dat in vivo in de pens succinaat erg gemakkelijk en erg snel gedecarboxyleerd kan worden.

Een algemeen aspect van de pensfermentatie wat dr. Henderson erg interesseerde was de vraag wat er gebeurde met het overschot aan "reductie-equivalenten" (NAD(P)H, H_2) die het gevolg zijn van de omzetting van koolhydraten in met name azijnzuur en boterzuur. Onder normale omstandigheden wordt dit grotendeels afgevoerd naar CO_2 wat wordt gereduceerd tot CH_4 . In vitro studies hadden echter aangetoond dat de groei van propionzuurvormende bacteriën werd gestimuleerd door de aanwezigheid van H_2 . Uit de verhouding propionaat/acetaat van 4:1 had Henderson geconcludeerd dat H_2 uit het medium werd opgenomen en gebruikt voor de reductie van fumaraat tot succinaat, wat vervolgens gedecarboxyleerd kan worden tot propionzuur. (Op grond van de stoichiometrie van de fermentatie van glucose in propionzuur en azijnzuur is een maximale verhouding van 2:1 mogelijk). Normaal wordt deze reductie (die gekoppeld is met de oxidatie van NADH) geacht 1 ATP op te leveren. Dit op grond van groei-studies en op grond van de aanwezigheid van cytochroom b als onderdeel van het enzymcomplex wat verantwoordelijk is voor deze reactie. Groei-studies hadden echter uitgewezen dat de uit het medium opgenomen H_2 , wanneer gebruikt voor de reductie van fumaraat, netto geen ATP opleverde. Op grond van de moleculaire eigenschappen stond het vrijwel vast dat het transport van H vanuit het medium naar het inwendige van de (bacterie-) cel plaats vond via diffusie en dus geen energie (ATP) kostte, zodat dit niet als de verklaring kon gelden van een netto ATP-opbrengst van nul. Andere mogelijkheden zijn dat of het H_2 via een andere weg wordt gebruikt om fumaraat te reduceren (1), of dat het ioniseren van gasvormig H_2 evenveel energie (ATP) kost als er bij de oxidatie van NADH vrij komt (2).

Een volgend onderwerp van studie van dr.Henderson was de groei van boterzuurvormende (pens) bacteriën. Op grond van groeistudies had hij de indruk gekregen dat de ATP opbrengst bij de fermentatie van glucose tot boterzuur hoger was dan tot nu toe was aangenomen en dat deze gelijk was aan de ATP opbrengst van de (anaërobe) omzetting van glucose in azijnzuur. Een van de tussenstappen van de vorming van boterzuur, n.l. de reductie van crotonylCoA in butyrylCoA met behulp van NADH, zou volgens dr.Henderson ATP opleveren.



Ook de onderzoekers (dr.Sutton, dr.Oldham) van het National Institute for Research in Dairying (Reading) hadden belangstelling voor het bestuderen van de pensfermentatie in al zijn facetten. Het ontbreken van apparatuur voor respiratieonderzoek trachtten ze op te vangen door werken met een masker in plaats van een volledig uitgeruste respiratiekamer. Het prototype van zo'n masker was al geruime tijd voor gebruik gereed, maar door gebrek aan mankracht was er nog geen daadwerkelijk onderzoek mee gedaan.

Literatuur

Czerkawski, J.W. & Breckenbridge, G., 1975

Br.J.Nutr., 34:429

Czerkawski, J.W. & Breckenbridge, G., 1975

Br.J.Nutr., 34:447

Czerkawski, J.W., 1976

J.Sci.Fd.Agric., 27:621

Harrison, D.G., Beever, D.E., Thomson, D.J. & Osbourn, D.F., 1976

J.Sci.Fd.Agric., 85:93

Harrison, D.G., Beever, D.E., Thomson, D.J. & Osbourn, D.F., 1976

J.Sci.Fd.Agric., 27:617

Ørskov, E.R., 1973

World Rev.Nutr. Dietet., 22:152

Tamminga, S., 1976

MSc Thesis, University of Newcastle upon Tyne

5. Technische aspecten van onderzoek met fisteldieren.

Omdat onderzoekuitkomsten verkregen uit darmdoorstromingsproeven over het algemeen een grote spreiding vertonen, die naar alle waarschijnlijkheid tenminste voor een deel het gevolg is van technische oorzaken werd veel aandacht besteed aan het bespreken van een groot aantal technische aspecten van het werken met fisteldieren.

5.1 Operatietechnieken.

Geeft het aanbrengen van re-entrant fistels in het darmkanaal van schapen doorgaans weinig problemen, bij runderen (met name melkkoeien) liggen de problemen moeilijker. Hierbij spelen zowel anatomische als fysiologische verschillen een rol. Met name deze problemen zijn er in "Hoorn" de oorzaak van dat tot nu toe volstaan is met het aanbrengen van slechts één stel fistels die dan ook nog geplaatst zijn voorbij de afvoergangen van pancreas en galblaas. Dit laatste heeft tot gevolg dat een aantal proefuitkomsten wordt "vertroebeld" door de aanwezigheid van (onbekende) hoeveelheden endogeen eiwit en andere N-houdende verbindingen. Niet alleen in "Hoorn" heeft men met deze moeilijkheden te kampen, ook op de Britse onderzoekinstellingen onderkende men deze problematiek en elk instituut had zo zijn eigen "oplossingen" gevonden.

Het probleem van een verandering in conditie als gevolg van melkproductie en drachtigheid had men in Newcastle omzeild door voor de operatie bij vrouwelijke dieren (Jerseys) ovariectomie toe te passen. Wel plaatste men in deze dieren twee paar re-entrant fistels, n.l. aan het begin van het duodenum en aan het eind van het ileum. De fistels aan het begin van het duodenum werden geplaatst onmiddellijk achter de pylorus. Dit was alleen mogelijk door de voorste fistel tussen de 12e en 13e rib te plaatsen, waarvoor ruimte gemaakt moest worden door uit beide ribben hoekjes te zagen. De operatie werd aan het liggende dier verricht, waarbij de spierlagen, evenwijdig met het verloop van de spiervezels, stomp, met de vingers, werden doorkliefd. Het grote voordeel hiervan is dat er minder bloedingen optreden, hetgeen de operatie vergemakkelijkt. Ook het herstel van het spierweefsel na de

operatie zou sneller gaan. Zowel ileum- als duodenum fistels werden in een omentumplooi gewikkeld voor de fistels door de buikwand en huid naar buiten werden gebracht.

In het Hannah Dairy Research Institute (dr. Thomas) wilde men ook met koeien gaan werken (Ayrshires). Ook hier voorzag men de nodige moeilijkheden; met name werd gevreesd voor een verminderde voederopname als gevolg van het aanbrengen van de fistels. Men had daarom besloten om in elk dier wel op twee plaatsen fistels aan te brengen (aan begin zowel als eind van de dunne darm), maar in plaats van met re-entrant fistels ging men met T-fistels werken. Aan de problemen van monsternamen uit de darm bij gebruik van T-fistels (mogelijkheid van ontmenging van deeltjes- en vloeibare fase en het volledig afhankelijk zijn van het gebruik van merkstoffen (chromiumoxide, PEG, Ru -phenanthroline) tilde men minder zwaar.

In Reading (dr. Sutton, dr. Oldham) werkte men met Friesians. Ook hier werden in hetzelfde dier op twee plaatsen fistels geplaatst; het duodenumfistel ook onmiddellijk na de lebmaag. Voor deze operatie werd het dier neergelegd. Teneinde tympanie en verslikpneumonie te voorkomen, werd de vloeibare pensinhoud vóór de operatie via een ca. 6 weken daarvoor aangebracht pensfistel, verwijderd. Tevens werd inhalatienarcose toegepast. Het duodenumfistel werd ook hier tussen de ribben geplaatst, waarvoor een gedeelte van één van de ribben werd verwijderd. De dieren werden nooit langer dan gedurende één lactatieperiode gebruikt, omdat men de ervaring had dat uitgebreide callusvorming optrad rond de fistel, waardoor na verloop van tijd de fistelopeningen konden worden afgesloten. Gewoonlijk werden de operaties uitgevoerd 3-4 maanden voor het afkalven. Vreemd genoeg had men ontzettend veel last van mastitis bij de fistelkoeien. Vermoed werd, dat dit het gevolg was van lekkage van darminhoud uit de fistel wat op uier en spenen terecht kwam en daar als infectiebron fungeerde. Het frequent reinigen van de fistels en speendippen zou de oplossing moeten brengen.

5.2 Meettechnieken.

Op diverse instituten heeft men de beschikking over volledig geautomatiseerde apparatuur voor het meten en bemonsteren van de darmdoorstroming. Met name het Grassland Research Institute beschikte over een 6-tal machines welke het mogelijk maken om zonder enig toezicht darmdoorstromingsproeven met schapen uit te voeren (McRae, 1975). Helaas zijn deze machines niet zonder meer geschikt

voor proeven met runderen en volgens Cammell (G.R.I.) zou, ook met volledig geautomatiseerde apparatuur, bij koeien toezicht steeds noodzakelijk blijven, omdat veel sneller verstoppingen optreden.

Het doet echter enigszins merkwaardig aan dat, ondanks de beschikbaarheid van volledig geautomatiseerde apparatuur, gewoonlijk wordt volstaan met een meetperiode van 24 uur. Kritiek op deze werkwijze werd doorgaans met een schouderophalen afgedaan dan wel gepareerd met de (op zich volledig terechte) tegenkritiek op de wijze van plaatsen van het fistel die op het vasteland van Europa meestal wordt toegepast (d.w.z. achter pancreas- en galafvoergang). Voor zover bekend is Reading de enige onderzoekinstelling in Groot Brittannië waar gedurende langere tijd (72 uur) de darmdoorstroming wordt gemeten.

Proefuitkomsten van darmdoorstromingsproeven zijn gewoonlijk gebaseerd op met behulp van merkstoffen gecorrigeerde doorstromingscijfers. Met name het gebruik van Cr_2O_3 als merkstof geniet een grote populariteit, al begint daar enige kentering in te komen ten gunste van met name Ruthenium-phenanthroline. Het bezwaar van de laatste merkstof is de bepalingmethode. Het aantrekkelijkst in deze lijkt het gebruik van Röntgendiffractie, maar apparatuur hiervoor is duur. Pogingen om een bevredigende bepalingmethode te ontwikkelen met behulp van atomaire absorptie (Hurley, Reading, Newcastle) waren tot nu toe niet erg succesrijk. In zowel Hurley als Reading had men, vooruitlopend op de ontwikkeling van een bevredigende bepalingmethode, maar vast Ru-phenanthroline gebruikt in proeven, met als gevolg dat met name in Reading een aantal diepvrieskisten vol met monsters op analyse lagen te wachten.....

Literatuur

McRae, J.C., 1975

In: Digestion and Metabolism in the Ruminant (I.W.McDonald & A.C.I.Warner, Eds.), p. 261

The University of New England Publishing Unit, Armidale

McRae, J.C. & Evans, C.C., 1974

Proc. Nutr. Soc., 33:10^A

Tan, T.N., Weston, R.H. & Hogan, J.P., 1971

Int. J. Appl. Rad. & Isot., 22:301

6. Andere technieken.

6.1 Het catheteriseren van bloedvaten in schapen.

In het Rowett Research Institute was men er in geslaagd (dr.F.White) om met succes in diverse bloedvaten catheters aan te brengen. Catheterisatie bij deze dieren (schapen) vond plaats met behulp van röntgen controle, waarbij o.m. gebruik werd gemaakt van röntgencontrastvloeistoffen.

Nadat 5 jaar aan de ontwikkeling van een bevredigende methode was gewerkt, werden het laatste jaar met succes PVC catheters aangebracht in o.a. poortader, voorste scheilsader, pensader en boekmaagader. Sinds kort beschikte men over een bestuurbare catheterinvoerder, zichtbaar op het röntgenapparaat, waarmee met succes catheters waren ingebracht in de leveraders. Hierbij was gebleken dat zich over de uitmonding van laatstgenoemde ader in de achterste holle ader een veneuze klep bevindt. Binnenkort verschijnt er over deze operatietechnieken een artikel in de Journal of Agricultural Science.

De nazorg van de catheterisaties bestond uit het 1 maal daags doorspoelen met een NaCl oplossing, waaraan 250 I.E. heparine per ml was toegevoegd.

Literatuur

Mason, V.C. & White, F., 1971

J. Agric. Sci., 77:91

White, F., Wenham, G., Hughes, A.D., Mathieson, J. & Chalmers, M.I., 196
Proc. Nutr. Soc., 28:60^A

7. Diversen.

Naast de in het voorgaande genoemde onderwerpen die de speciale belangstelling van de auteurs hadden, werd van tijd tot tijd ook aandacht besteed aan andere onderzoekactiviteiten. In het volgende wordt een aantal van deze activiteiten kort besproken, hetzij omdat ze relevant geacht worden voor het onderzoek binnen het I.V.V.C hetzij omdat ze in de bezochte onderzoekinstelling in Engeland of Schotland een belangrijke plaats innamen.

7.1 Het metabolisme van B-vitamines in herkauwers.

De stelling dat herkauwers voor wat hun voorziening met B-vitamines betreft onafhankelijk zijn van de gehalten in het

voer wordt de laatste jaren in toenemende mate van vraagtekens voorzien. Dit heeft er toe geleid dat het onderzoek naar het metabolisme van B-vitamines in het verteringskanaal van herkauwers meer in de belangstelling komt te staan. Dit waarschijnlijk mede als gevolg van het in toenemende mate voorkomen van Cerebro-cortico-necrosis (CCN) in Groot Brittannië. Hoewel het hier een indirect gebrek aan thiamine (vitamine B₁) betreft als gevolg van de onder bepaalde voedingsomstandigheden in de pens aanwezige thiaminases is daardoor waarschijnlijk ook de belangstelling voor andere B-vitamines toegenomen.

Zo werd in Newcastle (H. Finlayson, Ph.D. studente) de synthese van pantotheenzuur in de pens bestudeerd. Pantotheenzuur kan op drie manieren in het dier voorkomen, n.l.:

- als vrij pantotheenzuur
- ingebouwd in Coenzym A
- ingebouwd in Acyl Carrier Protein (ACP), wat een belangrijke rol speelt in de synthese van vetzuren.

Tot nu toe was geen goede methode gevonden om het pantotheenzuur uit het ACP vrij te maken, hetgeen voor een kwantitatieve pantotheenzuurbepaling noodzakelijk is.

Bij ruwvoerrijke (pantotheenzuurarme) en synthetische (pantotheenzuurvrije) rantsoenen bleken aanzienlijke hoeveelheden pantotheenzuur in de pens te worden gesynthetiseerd, voornamelijk ingebouwd in Coenzym A. De in het Coenzym A aanwezige peptide binding tussen pantotheenzuur en thioethanolamine was in vitro moeilijk te hydrolyseren (deze verbinding ligt goed beschermd in het molecuul), maar de hoeveelheid Coenzym A gebonden pantotheenzuur was (in vivo) in het ileum toch aanmerkelijk afgenomen.

Werden krachtvoerrijke (d.w.z. pantotheenzuurrijke) rantsoenen gevoerd dan kon een gedeelte van het opgenomen pantotheenzuur niet meer in het duodenum worden teruggevonden, d.w.z. er had in de pens microbiële afbraak plaats gevonden.

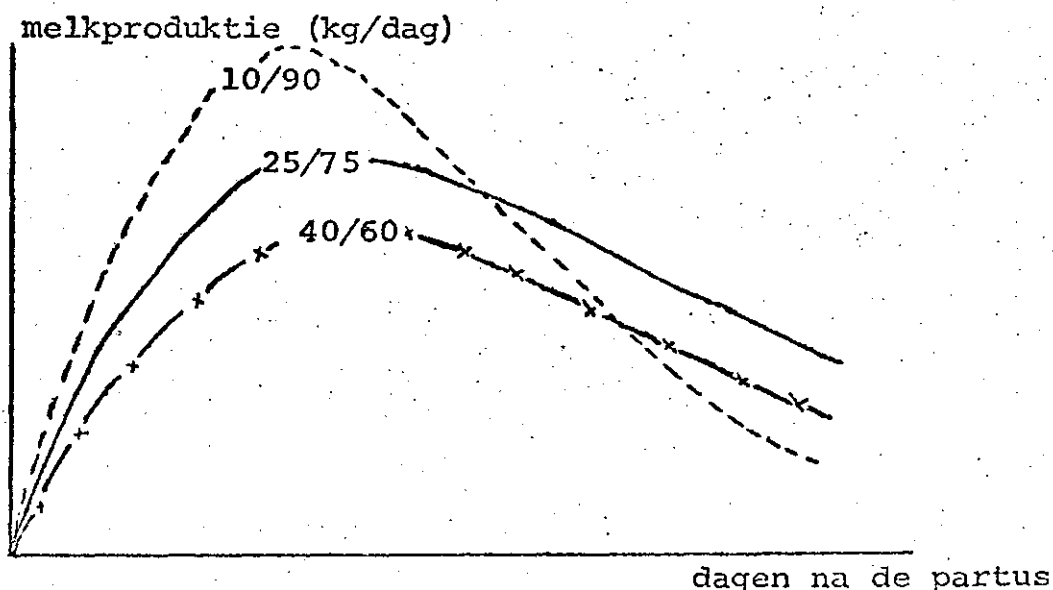
7.2 Het effect van veranderingen in de ruwvoer/krachtvoer verhoudingen op opname en melkproductie.

Bij onderzoek aan het N.I.R.D., Shinfield te Reading (dr. J.A. Bines) werd aan melkkoeien vanaf enkele weken voor de partus rantsoenen met verschillende ruwvoer/krachtvoer verhou-

dingen gevoerd. Tot 2 dagen voor de partus werd 10 kg ds/dag verstrekt. Deze gift werd van 2 dagen voor tot 2 dagen na de partus verlaagd tot 4 kg ds/dag, waarna onmiddellijk weer 10 kg ds/dag werd gegeven, om ze vervolgens ad lib te voeren. Hierbij bleek de ad lib voederopname beïnvloed te worden door de ruwvoer/krachtvoer verhouding van het rantsoen wat wordt geïllustreerd in de volgende tabel:

<u>ruwvoer/krachtvoer verhouding in het rantsoen</u>	<u>ad libitum ds opname (% van ARC norm)</u>
40/60	102%
25/75	110%
10/90	120%

De dieren gevoerd met het 10/90 rantsoen hadden de hoogste piekproductie. De melkproductie viel echter ook weer snel terug (o.m. als gevolg van het frequenter optreden van off-feed, vaak secundair bij b.v. mastitis). De 40/60 groep had de laagste piekproductie en ook de laagste totaal productie, terwijl de 25/75 groep een tussenpositie innam, d.w.z. een geringere piekproductie dan de 10/90 groep, maar een beter effect op de totale lactatieperiode. Een en ander wordt geïllustreerd in de volgende grafiek.



Ook elders werd getracht koeien zo snel mogelijk na het afkalven volgens de norm te voeren. In het Rowett Research Institute te Aberdeen (dr. J.F.D. Greenhalgh) werd daarbij gebruik gemaakt van "all-in" rantsoenen die bestonden uit geplette gerst, hooipellets en gehakseld hooi. Het krachtvoeraandeel in deze rantsoenen liep voor de verschillende proefgroepen op van 60-80%. Tot nu toe waren de resultaten niet erg bemoedigend; het volgens de norm voeren lukte eerst na het bereiken van de piekproductie. De totale lactatiecurves waren nog niet bekend, zodat het effect op de totale productie ook nog niet kon worden nagegaan.

7.3 Andere onderzoekactiviteiten.

Over een aantal aspecten van het aan het Rowett Research Institute uitgevoerde (voornamelijk meer toegepaste) onderzoek werd van gedachten gewisseld met dr. Greenhalgh. In het kort leverde dat het volgende op:

- Gebleken was dat vleesvee, gevoerd met rode of witte klaver niet beter, maar wel gelijkmatiger groeide dan op gras. De groei van op gras gevoerde vleesrunderen was namelijk nogal seizoensgebonden. Werden de dieren in mei voor het eerst met klaver gevoerd, dan trad vaak schuimtympanie op, maar indien de dieren pas in augustus overgingen op een volledig klaver-rantsoen traden deze moeilijkheden niet op. Nadat gebleken was dat deze tympanie vaak vanzelf weer overging werd alleen nog in uiterste gevallen curatief ingegrepen.
- De verteerbaarheid van op verschillende manieren ontsloten gerstestro bedroeg voor:
 - a) : de Beckmann methode: 70%
 - b) : de Spray methode : 65-70%

Er waren geen verschillen in opname en verteerbaarheid opgetreden tussen gehakseld (chopped) en gemalen (hammermilled) ontsloten stro. De acceptatie van ontsloten stro (volgens de Rowett methode, zie bijlage) bleek na één jaar opslag niet te zijn veranderd.

- Ook op de Rowett werden proeven gedaan op het gebied van eiwitextractie uit gras. Residu en extract waren na drogen en malen weer gerecombineerd en aan schapen gevoerd. Naast een verhoogde opname (25% toename), bleek bij dit rantsoen een verteringsdepressie, die doorgaans optreedt bij het voeren van gemalen kunstmatig gedroogd gras, niet op te treden.

Lelystad, december 1976

Summary of methods for alkali treatment of straw used at the Rowett Research Institute.

- 1) Straw Barley straw has mainly been used, but wheat straw is similarly improved by alkali treatment. The straw is coarsely-milled through a 4 cm screen with an Alvan Blanch mill fitted with a bale track. Alternatively, straw may be prepared with a precision chop harvester, but mixing with concentrates is more difficult and intake is about 10% lower than with milled straw.
- 2) Alkali Sodium hydroxide is purchased as 25 kg bags in the dry (flake form). Approximate cost is £ 130 per ton; for large consignments it should be cheaper to buy a 48% slurry of NaOH. Additional information on NaOH is given in Technical Booklet no. J.B 101/1, prepared by BP chemicals International Ltd. This booklet also describes safety precautions to be taken when handling NaOH, which should be read by all persons responsible for spraying operations.
- 3) Application rate For maximum improvement in digestibility the application rate is 80 kg dry NaOH per tonne of straw dry matter (or 68 kg NaOH per tonne of air-dry straw containing 85% DM). When applied as a 16% solution (see below) the application rate is 425 kg (360 litres or 80 gallons) per tonne of straw. Optimum application rates, of both NaOH and water, will depend on the degree of improvement required and the efficiency of spray application and mixing.
- 4) Applying the spray Milled or chopped straw is loaded into an "Oswalt Ensilmixer" (mixer-trailer) and turned over by the augers during spraying. The NaOH solution is pumped by a Watson-Marlow flow inducer (model HR) through neoprene rubber tubing to a manifold made from 1,1 m of 2 cm iron pipe. This carries five branches; one, centrally placed, is connected to the pump; the remaining four, evenly spaced along the pipe, carry "Hoselock" spray nozzles. The manifold is bolted transversely across the front of the mixer-trailer, so that the spray nozzles are directed backwards and downwards into the straw. The mixer-trailer is fitted with a cover made from polythene sheeting to prevent spray drift. The rate of application is 6-10 litres (1.5-2 gallons) per minute.
- 5) Preparation of complete diets Once the alkali has been applied, concentrates may be added immediately and mixed with the straw. If the complete diet is to be used within 10-14 days, no preservative is required. If the storage period is longer, the concentrates must be treated before mixing with the straw, with 3% propionic acid.

- 6) Safety and health Sodium hydroxide solutions are highly caustic and must be handled with care. General safety precautions are given in the booklet mentioned previously. Spraying presents a special hazard and the following precautions are to be emphasized:
- a) All persons present -operators and bystanders- must wear protective clothing. Goggles plus a visor give double protection to eyes.
 - b) Containers must be kept closed to prevent splashing.
 - c) Piping and junctions must be watched for leaks and worn components replaced. The spray must be firmly attached to the mixer-trailer.
 - d) A coarse spray is preferable to a fine mist, because it drifts less.
 - e) Clean water and washing solutions (see technical booklet) must be available at the point of spraying.

Once the alkali has been absorbed by the straw, the feed is safe to handle and has been fed to animals immediately.

7) Manufacturers of equipment

Bale grinder: Alvan Blanch Ltd.,
Chelworth,
Malmesbury,
Wilts.

Mixer-trailer: Midlands Livestock Services Ltd.,
Kexby,
Gainsborough,
Lincs.

Flow inducer: Watson-Marlow,
Falmouth,
Cornwall,
TR11 4RU.

J.F.D. Greenhalgh

June, 1976