

1989 095 151 01



DIE INVLOED VAN DIE FREKWENSIE VAN KRAGVOERVOEDING
OP DIE BENUTTING VAN MELKLBEESRANTSOENE

S.W. MATTHEE

HIERDIE EKSEMPLAAR MAG ONDER
GEEN OMSTANDIGHEDE UIT DIE
BIBLIOTEK VERWYDER WORD NIE

UOVS - BIBLIOTEK



198909515101220000019

**DIE INVLOED VAN DIE FREKWENSIE VAN KRAGVOERVOEDING
OP DIE BENUTTING VAN MELKLBEESRANTSOENE**

deur

STEPHANUS WILLEM MATTHEE

Voorgelê ter vervulling van 'n deel
van die vereiste vir die graad

M.Sc.Agric

in die

Fakulteit van Landbou
(Departement Veekunde)

aan die

Universiteit van die Oranje-Vrystaat
Bloemfontein

STUDIELEIER: Prof. H.J. Van der Merwe

MEDESTUDIELEIER: Dr. E.A.N. Engels

Januarie 1989

HIERDIE EKSEMPLAAR MAG ONDER
GEEN OMSTANDIGHEDE UIT DIE
BIBLIOTEEK VERWYDER WORD NIE

Universiteit van die Oranje-Vrystad
BLOEMFONTEIN

29 NOV 1989

T 636.234 MAT

BIBLIOTEK

Deur Faan en Esmarie opgedra aan:

ELI en GERTJIE

BEDANKINGS

Ek wil graag my opregte dank en waardering aan die volgende persone en instansies betuig:

Mnr. T.E. Skinner, Direkteur Vrystaatstreek van die Departement van Landbou en Watervoorsiening, vir die daarstelling van fasiliteite en fondse vir die uitvoering van die studie, asook goedkeuring om die gegewens van Faset V5311/05/2/2 vir die tesis aan te wend.

Dr. H.J. Van der Merwe, Professor in Veekunde, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, en Dr. E.A.N. Engels, Adjunk-Direkteur (Navorsing) van die Vrystaatstreek, vir hulle bewame hulp en leiding.

Mnr. Stepfan Burger vir waardevolle insette tydens die statistiese verwerking van die gegewens.

Mej. Maksie Baard en wyle Dr. Daan Els wat ook met die statistiese verwerking behulpsaam was.

Mev. Heila Terblanche vir haar onvermoeide ywer met die chemiese ontleding van monsters in die laboratorium.

Mnre. Tollie Hartman en Henry Crawley wat tegniese hulp en raad gedurende die praktiese uitvoering van die studie verleen het.

Aan al my kollegas en in die besonder Dr. H.O. de Waal, Dr. Johan Grobbelaar, Dr. André Faure en Mnr. Kobus Lessing vir hulp en aanmoediging tydens verskillende fases in die studie.

Mev. Lollie Prinsloo vir die blitsige en professionele uitvoering van die tikwerk.

Ismeal Selo en Ismeal Majoor wat 'n reuse-aandeel in die praktiese uitvoering van die studie gehad het.

My familie en Esmarie vir hulp, belangstelling, geduld en opoffering.

Ek verklaar dat die verhandeling wat hierby vir die graad M.Sc.Agric aan die Universiteit van die Oranje-Vrystaat deur my ingedien word, my selfstandige werk is en nie voorheen deur my vir 'n graad aan 'n ander Universiteit/Fakulteit ingedien is nie.

S.W. MATTHEE

Januarie 1989

SAMEVATTING

In die geval van hoë produserende melkbeeste word groot hoeveelhede kragvoer, by twee geleenthede per dag aan melkkoeie verskaf. Hierdie praktyk mag moontlik met 'n laer rumen-pH na kragvoervoeding, verskuiwings in die rumenmikrobepopulasies, veranderings in eindprodukte van vertering en swakker rantsoenbenutting gepaard gaan. Na aanleiding hiervan is ondersoek ingestel na die invloed van frekwente kragvoervoeding op rantsoenverteerbaarheid, rumenparameters, voerinname, liggaamsmassaveranderings en produksieparameters.

Twaalf volwasse Frieskoeie is in twee produksiegroepe (HP-hoë produksie en LP-laer produksie) gestratifiseer. Volgens melkproduksie is kragvoer in twee-, vier- of agt porsies per 24-uur verskaf. Bykomstig is grof gemaalde (25 mm) lusernhooi ad lib. aan proefdiere verskaf. Hierdie prosedure is gedurende vroeë, mid- en laatlaktasie in 'n gebalanseerde omskakelingsproefontwerp uitgevoer. Binne elke laktasiestadium is drie verterings- en inname studies uitgevoer, waartydens rumenparameters by gefistuleerde koeie (die helfte van die proefkoeie in elke produksiegroep) ook bestudeer is.

In teenstelling met LP-koeie het frekwente kragvoervoeding met 'n nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verhoging in die skynbare verteerbaarheid van droë- en organiese materiaal, ruproteïen en veral vesel by HP-koeie (23,9 kg melk/dag) gepaard gaan. Hierdie geringe verhogings het ten spyte van laer kragvoerkonsentrasie en geringe hoër DM-inname tydens die verteringsproewe voorgekom.

Frekwente kragvoervoeding het geen statisties betekenisvolle effek op die gemiddelde daaglikse rumen-pH, variasie in pH oor 24-uur periodes, minimum pH-waardes, tydsduur van pH-

verlagings, ammoniakkonsentrasie, totale en individuele vetsuurkonsentrasie en asyn- tot propioonsuurverhouding in die rumen uitgeoefen nie. Neigings tot 'n laer gemiddelde rumen-pH (by HP-diere - waarskynlik weens hoër voerinname) en meer konstante rumen-pH het met frekwente kragvoervoeding voorgekom. Alle proefkoeie het, veral gedurende vroeë- en midlaktasie (30,98 tot 57,40% kragvoerrantsoene) laer rumen-pH's getoon. Eweneens het frekwente kragvoervoeding slegs geneig om 'n laer gemiddelde daaglikse ammoniakkonsentrasie te veroorsaak. Tendense soos 'n meer konstante rumenammoniakkonsentrasie en laer ammoniakpieke na kragvoervoeding is in sommige gevalle met frekwente kragvoervoeding gevind. Beide asyn- en propioonsuurproduksie het oor die algemeen 'n geringe styging met frekwente kragvoervoeding getoon. In sommige gevalle is ook nie-betekenisvolle kleiner variasie in totale en individuele vlugtige vetsure en As:Ps-verhouding rondom die daaglikse gemiddeld vanweë frekwente kragvoervoeding waargeneem.

In ooreenstemming met verteerbaarheid en rumenparameters het frekwente kragvoervoeding geen statistiese betekenisvolle ($P \leq 0,05$) voordeel ten opsigte van die inname van voer- en verteerbare voedingstofinname gelewer nie. 'n Neiging tot verhoogde ruvoerinnome, deurdat fisiese en metaboliese innamebeperkings moontlik in 'n mate opgehef is, het veral by die frekwent gevoerde HP-diere (30 tot 57% kragvoer) voorgekom. 'n Soortgelyke neiging tot verhoogde inname van voedingsbestanddele (DM, OM, RP en NDF) en verteerbare voedingstowwe is by die frekwent gevoerde diere waargeneem.

Geen statisties betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verskille in liggaamsmassaveranderinge, melkproduksie en -samestelling (bottervet, proteïene en laktose) het voorgekom nie. Frekwente kragvoervoeding het slegs met 'n geringe verhoging in melkproduksie by die HP-diere gepaard gegaan. Relatief lae bottervetkonsentrasies, waarskynlik weens algemene hoë

voerinnames en lae rumen-pH's, het gedurende vroeë- en midlaktasie voorgekom. Verder het frekvent gevoerde diere in die huidige studie geen voordeel bo konvensioneel gevoerde diere in die doeltreffendheid van voer- en ME-benutting vir melkproduksie getoon nie.

Samevattend blyk dit volgens die resultate van die huidige ondersoek dat frekwente kragvoervoeding by melkbeeste, inname, rumenomgewing, voedingstofbenutting en melkproduksie en -kwaliteit nie noemenswaardig beïnvloed nie. Hierdie bevindinge geld egter slegs vir die kragvoerpeile (maksimum 57%) wat in die huidige studie toegepas is.

INHOUDSOPGAWE

1	INLEIDING	1
2	LITERATUUROORSIG	9
2.1	DIE RUMEN IN HERKOUERVOEDING	9
2.1.1	Die belang van voeriname	11
2.1.2	Faktore wat ruvoeriname bepaal	11
2.1.3	Metodes om voeriname te verhoog	13
2.1.3.1	Verwerking van ruvoere	13
2.1.3.2	Kombinering van ru- en kragvoer	14
2.2	GENETIESE VORDERING EN HOËR ENERGIEBEHOEFTE	16
2.3	FREKWENTE VOEDING	17
2.3.1	Kou, herkou en speekseluitskeiding	17
2.3.2	Rumen-pH	18
2.3.3	Mikrobepopulasies in die rumen	20
2.3.4	Rantsoenverteerbaarheid	21
2.3.5	Vrywillige voeriname	22
2.3.6	Eindprodukte van vertering	24
2.3.7	Bottervetkonsentrasie in melk	25
2.3.8	Benutting van energie	26
2.3.9	Melkproduksie	27
3	EKSPERIMENTELE UITLEG EN PROSEDURE	31
3.1	EKSPERIMENTELE UITLEG	31
3.1.1	Proefterrein	31
3.1.2	Proefdiere	31
3.1.2.1	Fistulering by proefdiere	31
3.1.3	Behandelings	35
3.1.4	Proefontwerp	36
3.1.5	Algemene proefuitleg	38
3.1.6	Versorging, voeding en bestuur	40
3.1.7	Tydsduur	44
3.1.8	Statistiese ontleding	46
3.2	VERSAMELING VAN GEGEWENS EN MATERIAAL	46
3.2.1	Versameling van monsters	46
3.2.1.1	Voermonsters	48
3.2.1.2	Melkmonsters	48
3.2.1.3	Mismonsters	49
3.2.1.4	Urinemonsters	49
3.2.1.5	Rumenvloeistofmonsters	52
3.2.2	Massabepalings	52
3.2.3	Skeikundige ontledings	54

3.2.3.1	Droëmateriaal	54
3.2.3.2	Ruproteïen	54
3.2.3.3	Neutraal-onoplosbare vesel (NDF)	54
3.2.3.4	Organiesemateriaal	55
3.2.3.5	Ammoniakkonsentrasie	55
3.2.3.6	Kortketting vlugtige vetsure	55
3.2.3.7	Melksamestelling	56
4	RESULTATE EN BESPREKING: VERTERINGSSTUDIE	57
4.1	SKYNBARE VERTEERBAARHEID	57
4.1.1	Faktore wat rantsoenverteerbaarheid beïnvloed	59
4.1.1.1	Chemiese samestelling	59
4.1.1.2	Voerinname	64
4.1.1.3	Voerprosessering	70
4.1.2	Skynbare verteerbaarheid	72
4.1.2.1	Droë- en organiesemateriaal	73
4.1.2.2	Ruproteïen	77
4.1.2.3	Neutraal-onoplosbare vesel (NDF)	80
4.2	RUMENPARAMETERS	86
4.2.1	Rumen-pH	86
4.2.1.1	Gemiddelde daaglikse rumen-pH	90
4.2.1.2	Variasie in rumen-pH	94
4.2.1.3	Minimum pH-waardes	100
4.2.1.4	Tydskuur van pH-verlagings	101
4.2.2	Ammoniakkonsentrasie	108
4.2.2.1	Gemiddelde daaglikse rumenammoniakkonsentrasie	109
4.2.2.2	Variasie in rumenammoniakkonsentrasie	117
4.2.3	Vlugtige vetsuurkonsentrasie	123
4.2.3.1	Totale- en individuele vlugtige vetsuurkonsentrasies	127
4.2.3.2	Variasie in totale- en individuele vlugtige vetsure	130
4.2.3.3	Asyn- tot propioonsuur verhouding	142
5	RESULTATE EN BESPREKING: PRODUKSIESTUDIE	149
5.1	CHEMIESE SAMESTELLING	149
5.2	VOERINNAME	149
5.2.1	Meganismes wat voerinname beheer	154
5.2.1.1	Ruvoerrantsoene	154
5.2.1.2	Kragvoerrykerantsoene	156
5.2.2	Frekwente kragvoervoeding en voerinname	159
5.2.2.1	Ruvoerinname	159
5.2.2.2	Inname van voedingsbestanddele	166
5.2.2.3	Verteerbare voedingstofinname	169
5.3	LIGGAAMSMASSA	172

5.3.1	Massaverandering gedurende laktasie	172
5.3.2	Faktore wat massaverandering beïnvloed	174
5.3.2.1	Hormone in sirkulasie	174
5.3.2.2	Ensiemaktiwiteit	176
5.3.2.3	Reaktiwiteit van betrokke weëfsels	177
5.3.3	Die invloed van frekwente voeding op massa- verandering	178
5.4	MELKPRODUKSIE EN -SAMESTELLING	184
5.4.1	Faktore wat melkproduksie en -samestelling beïnvloed	186
5.4.1.1	Voerinname	188
5.4.1.2	Verteerbaarheid van voer en verteerbare voerinname	189
5.4.1.3	Produksie en benutting van verteringseind- produkte en vetreserwes	189
5.4.2	Die invloed van frekwente kragvoervoeding op produksie	191
5.4.2.1	Melkproduksie	193
5.4.2.2	Melksamestelling en gekorrigeerde pro- duksies	200
5.5	PRODUKSIE VAN MELKKOMPONENTE	206
5.6	DOELTREFFENDHEID VAN MELKPRODUKSIE	209
6	GEVOLGTREKKING	219
7	OPSOMMING	228
8	LITERATUURVERWYSINGS	237

HOOFSTUK 1

INLEIDING

Die voedingswaarde en noodsaaklikheid van melk vir die pasgebore en jeugdige is onaanvegbaar. Eweneens kan melk 'n groot bydrae tot die voedingsbehoefte van 'n volwassene lewer. Volgens Whittemore (1980) kan onder andere 10% van die energie, 20% van die proteïen, 75% van die tiamien en 50% van die vitamien C behoefte van 'n volwasse persoon daaglik deur 'n halwe liter melk verskaf word. Indien hierdie hoeveelheid melk, wat 'n verteerbaarheid van 92 tot 98% en proteïen met 'n biologiese waarde van 85 tot 90 het, daaglik deur die verbruiker ingeneem word, kan min skade deur ander voedingstekorte hom te beurt val (Whittemore, 1980).

Die groeiende populasie in Suid-Afrika ('n geskatte 42 miljoen teen die einde van die eeu) sal 'n al hoe groter vraag na diereprodukte teweegbring. Neitz (1984) soos aangehaal deur Suiwelnuus (1987) verklaar in die verband: "Teen die berekende toename in aanbod en aanvraag sal die tekort aan melk op 15,6% aan die einde van hierdie eeu te staan kom. 'n Toename van 17% in produksie teenoor 'n 32% toename in verbruik oor dieselfde periode word beraam. Die netto resultaat hiervan is dat melkproduksie met soveel as 39% sal moet toeneem om aan die verwagte verbruik in die jaar 2000 te voorsien".

Die verhoging van produksie deur 'n toename in veegetalle is, weens beperkte beskikbare hulpbronne, twyfelagtig en daar moet veel eerder op 'n verhoging in doeltreffendheid van produksie gelet word. Afgesien daarvan dat dit die "plig" van die boer is om die samelewing in Suid-Afrika relatief goedkoop van voedsel te voorsien (wat in 'n honger Afrika tot dusver goed nagekom is), sal die produsent deur die sosio-ekonomiese omstandighede van die grootste deel van die bevolking, en die groei van hierdie sektor in die mark, gedwing word om teen aanvaarbare pryse te produseer. 'n Benadering van maksimum in plaas van markverwante produksie het in die verlede in Suid-Afrika, soos in Amerika en die Europese Ekonomiese Gemeenskap, tot oorskotte van melk gelei. Indien die landbou in die rigting van 'n vrye mark beweeg, sal mededinging ook koste doeltreffende produksie noodsaak.

In 'n ekonomiese konteks toon data wat in Engeland en Wallis (Milk Marketing Board, 1976), aangaande die koste van melkproduksie ingesamel is, dat voerkoste verantwoordelik is vir meer as 50% van die totale koste in melkproduksie. Bath (1985) verklaar dat voerkoste tans die grootste enkele uitgawe ten opsigte van melkproduksie is, en dit ook in die toekoms sal wees. Aangaande voerkoste huldig die Milk Marketing Board (1976) en Neitz (1984) die mening dat die koste van kragvoer die grootste enkele item van die veranderlike koste in die produksie van melk is.

Die mate waarin kragvoer benut word, is onder andere afhanklik van die melk- tot kragvoerprysverhouding. Leaver (1979) soos aangehaal deur Broster (1980) vind egter dat die prysverhouding van kragvoer tot ruvoer in die orde van tussen 2 en 2,5 tot 1 is. Hierdie verhouding het 'n beduidende impak op die keuse van 'n voerstrategie. Verder word 'n groter fraksie van ruvoer as kragvoer gewoonlik deur die melkprodusent self geproduseer. Diere kompeteer ook met die mens vir voedsel en oor die langtermyn sal daar 'n behoefte ontstaan om graan-gebaseerde rantsoene aan te wend vir menslike gebruik en by enkelmaagdiere (varke en hoenders) wat nie sellulose kan verteer nie. Volgens Orskov (1982a) sal sellulose verterende bakterieë moontlik die oorlewing van die herkouer as huisdier verseker. Wangsness & Muller (1981) som die saak as volg op: "Because grain have been available and economics have been favourable, high grain feeding has become adopted widely. But the pendulum in the past few years has begun to swing back the other way - perhaps not in practice yet but in our thinking towards the future - a future where increased reliance on forages and less reliance on grains for milk production are almost certainty".

Intussen word hoë melkproduksie egter nog geassosieer met doeltreffende benutting van voer en 'n hoë wins (Neilson, Whittemore, Lewis, Alliston, Roberts, Hodgson-Jones, Mills, Parkinson & Prescott, 1983; Coppock, 1985). In kommersiële kuddes het melkproduksie per koei die grootste enkele invloed op winsgewendheid (Milk Marketing Board, 1976). 'n Koei met 'n hoë

melkproduksie se energiebehoefte kan slegs met 'n energierike rantsoen bevredig word. In vroeë laktasie bestaan daar ook 'n spesifieke behoefte na kragvoer omdat inname van ruvoer gedurende hierdie periode die laagste is (Broster, 1980). Weens die beskikbaarheid van groot hoeveelhede graan, die verskaffing van energie teen relatief lae koste en die volledige vertering van vinnig fermenteerbare koolhidrate moet voerstrategieë dus voorsiening maak vir die gebruik van retalief hoë konsentrasies kragvoer in melkbeesdiëte.

In hierdie "tussenstadium" moet die feit dat die koste van melkproduksie die afgelope dekade dramaties gestyg het (Amos, Kiser & Loewenstein, 1985) in gedagte gehou word. Die styging in arbeids-, kapitaal- en ander koste (voerkoste uitgesluit), lei daartoe dat 'n verkleining in die verhouding tussen voer- en melkpryse 'n groter impak op die boerderywins het (Kortbegrip van Landboustatistiek, 1986). Die doeltreffende gebruik van voer (wat die grootste koste by melkproduksie uitmaak) is dus, op alle plase, van hoë praktiese en ekonomiese betekenis.

In die verlede het produsente wêreldwyd groot verbeterings in melkproduksie behaal. In die Verenigde State van Amerika het melkproduksie per koei gedurende die periode 1950 tot 1980 meer as verdubbel vanaf 2410 tot 5404 kg per jaar (Niedermeier, 1983, soos aangehaal deur Bath, 1985). Tydens 1950 en 1980 was die totale voorsiening van melk in hierdie gebied dieselfde. Die totale hoeveelheid melkkoeie het egter oor dieselfde periode

verminder van 24,11 na 10,81 miljoen. Plaaslik het produksie per dier in melkaantekeningskuddes oor die periode 1968 tot 1982 met 25,7% tot 4500 kg per laktasie toegeneem (Hofmeyer, 1986a). Die uitdaging aan die suiwelboer vandag is dus om, deur die bestuur van sy geselekteerde diere, mededingend te bly. Bestuur van 'n melkkudde word deur verskeie faktore soos grootte van kudde, tegniese veranderings ten opsigte van voeding, diereversorging, groeihormone, siektebeheer, en elektroniese ontwikkelings onder druk geplaas. Elektroniese ontwikkeling, wat weer individuele aandag aanmoedig, moet versoen word met produksie- en reproduksieprestasie en gesondheid van diere in die melkkudde.

Op wetenskaplike gebied is die uitdaging van die toekoms om die merkwaardige vordering in melkproduksiepotensiaal en voeromsettingsdoeltreffendheid vol te hou. Volgens Bath (1985) moet enige plan om die biologiese en ekonomiese doeltreffendheid van die melkkoei te verhoog, 'n strategie om voerkoste te verlaag of om doeltreffendheid van voerverbruik te verhoog, insluit.

In Suid-Afrika is dit praktyk dat relatief groot hoeveelhede kragvoer addisioneel tot een of ander ruvoer aan hoogproduserende melkkoeie voorsien word. Die hoeveelheid kragvoer word bereken volgens die koeie se behoefte nadat die bydrae van die betrokke ruvoer in ag geneem is. Die kragvoer word gewoonlik in twee gelyke porsies op 'n daaglikse basis voorsien.

Hierdie relatief hoë kragvoeriname by twee geleenthede per dag mag moontlik 'n swakker benutting van ruvoer tot gevolg hê. Na elke kragvoervoeding word 'n verlaging in rumen-pH ondervind wat 'n laer verteerbaarheid van ruvoere tot gevolg kan hê (Wheeler, 1977, soos aangehaal deur Van Soest, 1983). Voorts is dit ook waargeneem dat die inname van ruvoer gedurende hierdie periode 'n dalende neiging toon. In die lig van bogenoemde, die beskikbaarheid van, koste verbonde aan en noodsaaklikheid van kragvoer vir hoë produseerders, is dit nodig om voertegnieke, wat die dier se behoefte bevredig, 'n gunstige rumenomgewing handhaaf en 'n hoë doeltreffendheid van benutting van beskikbare voere bewerkstellig, te bestudeer.

Omdat die benutting van 'n rantsoen by groeiende herkouers soms deur verhoogde frekwensie van voeding verbeter, kan 'n aansienlike reaksie by lakterende koeie, met 'n relatief groter omset van energie verwag word (Burt & Dunton, 1967). Getuienis dui daarop dat verskeie klein kragvoervoedings in plaas van dieselfde hoeveelheid tweemaal per dag, 'n hoër gemiddelde pH-vlak en 'n kleiner variasie in pH in die rumen veroorsaak (Pant & Roy, 1971; Jensen & Wolstrup, 1977). Dit begunstig sellulose vertering met 'n gevolglike moontlik hoër inname van veral ruvoer. Hierdie voertegniek kan dus moontlik vanweë 'n hoër inname en beter benutting van ruvoer, bydra om 'n beter gehalte produk te lewer. Dit is bekend dat die insluiting van hoë peile konsentraat in herkouerdiëte die vetinhoud sowel as vetproduksie van melk laat daal. Een van die belangrikste oorsake vir hierdie

daling is 'n tekort aan asynsuur wat die voorloper vir vetsintese in die melkklier (uier) van die melkproduserende herkouer is. Die moontlik hoër inname en verteerbaarheid van ruvoer vanweë frekwente voeding van kragvoer, kan hierdie tekort aan asynsuur voorkom.

Verder is frekwente kragvoervoeding ("min op 'n keer maar gereeld") 'n potensiële metode om inname van energie oor 'n relatief kort tydperk in vroeë laktasie, te verhoog. Navorsingsresultate van Broster (1974) soos aangehaal deur Broster (1977) het getoon dat 'n kg verhoging in daaglikse produksie by die piek van laktasie tot 'n vermeerdering van 200 kg melk oor 'n laktasieperiode van 300 dae kan lei. Dit kan weens frekwente kragvoervoeding sonder 'n daling in bottervet, vanweë 'n hoër sellulitiese aktiwiteit en produksie van asynsuur in die rumen, geskied.

Die hoogproduserende herkouer het 'n hoër behoefte aan energie sowel as ruvesel vir die handhawing van normale bottervetinhoud van melk en die voorkoming van asidose. Frekwente kragvoervoeding kan hier 'n belangrike rol speel deur voldoende inname van 'n dieet te verseker sonder om die fisiologiese aanpassingsvermoë van die koei te oorskry, met maksimum vertering en absorpsie van voedingstowwe.

Nieteenstaande bogenoemde voordele gekoppel aan frekwente voorsiening van kragvoer is min ondersoek in Suid-Afrika hieroor

onderneem. Bestaande inligting plaas ook nie veel klem op verbeterde ruvoerinnames en moontlike voordele wat dit in die praktyk mag inhou nie. Hierdie studie het ten doel gehad om die invloed van frekwensie van kragvoervoeding aan melkkoeie op die vrywillige inname van ruvoer en totale rantsoen, verteerbaarheid van die rantsoen, rumenparameters, melkproduksie en -samestelling te bestudeer.

HOOFSTUK 2

LITERATUUROORSIG

2.1 DIE RUMEN IN HERKOUERVOEDING

Die twee hoofbronne van energie in diervoeding is stysel en sellulose (Van der Merwe, 1977). Die herkouer sowel as enkelmaagdier is albei weens die teenwoordigheid van die ensiem amilase in staat om stysel te benut. Die sintese van sellulase is vir die herkouer onmoontlik. Die melkkoei beskik egter oor 'n komplekse maag en bypassende fisiologie wat haar in staat stel om sellulose as 'n belangrike bron van energie te benut (McCullough, 1976). Die basiese vereiste wat aan die verteringssisteem van die herkouer gestel word is om groot hoeveelhede nat, lywige materiaal te fermenteer. Hierdie relatief stadig en gelykmatige fermentasieproses in die rumen, geskied met behulp van 'n enorme aantal anaerobe bakterieë en protozoa (McCullough, 1976). Die populasiesamestelling van die rumenmikrobes kan egter verander na aanleiding van die tipe voer wat op 'n gegewe tyd verskaf word (Hungate, 1966).

By oorweging van die belangrike terreine van energievertering in die melkkoei, kan die verteringskanaal in drie afdelings verdeel word: Die voermaag of reticulorumen waar vertering deur fermentasie plaasvind, die abomasum en die dunderm, waar

vertering deur ensieme plaasvind gevolg deur die sekum, 'n belangrike (alhoewel ondergeskik aan die rumen) plek van fermentasie (Sutton, 1985). 'n Rantsoen bestaande uit vars of gedroogde gras van gemiddelde kwaliteit, in die lang of gekerfde vorm, sal as volg verteer word: Die oorgrote hoeveelheid verteerbare energie (VE), 65 tot 70%, "verdwyn" in die rumen, 20 tot 25% in die klein ingewande, en 13 tot 15% in die sekum en kolon (Thomas & Rook, 1977). In die rumen is daar 'n bykans volledige afbraak van dieëtsuiker (Beever, Thomson, Pfeffer & Armstrong, 1971) en 'n omvangryke vertering van styselagtige koolhidrate (MacRae & Armstrong, 1969). Van die verteerbare sellulose word 90 tot 95%, saam met 'n ietwat kleiner gedeelte van die verteerbare hemi-sellulose, in die rumen gefermenteer. Volgens Sutton (1985) dui die vloei van digesta met gemengde ru- en kragvoerrantsoene aan dat 55 tot 75% van die vertering van energie in die rumen voorkom. Die mate van vertering in die rumen word egter deur die verteerbaarheid van die kragvoer beïnvloed. McCullough (1976) en Faichney & Gheradi (1986) dui aan dat 66% van die organiesemateriaal (OM) oor die algemeen in die rumen verteer word. Kaufmann & Hagemester (1974) soos aangehaal deur Sutton (1985) het bereken dat daar vir elke 10% vermindering in die ruvoerinhoud van 'n rantsoen, slegs 'n vermindering van 0,02 eenhede in die verhouding energie verteer in die rumen tot totale energie verteer, is. Hierdie berekeninge is oor 'n wye reeks van innames en tipe rantsoene by lakterende en droë koeie uitgevoer. Die rumen vervul dus 'n kritieke rol in

die voeding van die herkouer en dit is noodsaaklik dat hierdie orgaan doeltreffend funksioneer (Coppock, 1985).

2.1.1 Die belang van voerinname

Indien vrywillige voerinname by plaasdiere te laag is, verg die onderhoudsbehoefte van die dier 'n groot gedeelte van die metaboliseerbare energie-inhoud van die voer. In sulke gevalle word voeromsettingsdoeltreffendheid en tempo van produksie onderdruk (Campling, 1964; Forbes, 1986a). Onder beide intensiewe en ekstensiewe sisteme van diereproduksie sal ekonomiese marges dus verlaag indien die diere nie tot optimum voerinname in staat is nie (Balch & Campling, 1962; Campling, 1964). In die strewe na winsgewende diereproduksie (herkouers) moet die beperkings gestel deur volume en inname oorkom word (McCullough, 1976).

2.1.2 Faktore wat ruvoerinname bepaal

Die hoeveelheid ruvoerinname by die weidende dier hang hoofsaaklik af van drie faktore naamlik: Besikbaarheid van gepaste weiding, fisiese en chemiese samestelling van die weiding en ander dierfaktore soos voedingsbehoefte (Minson, 1982). Die negatiewe verwantskap tussen die lywigheid van voere en vrywillige inname deur herkouers is vir meer as 50 jaar bekend. 'n Groot hoeveelheid direkte (Campling & Balch, 1962; Lloyd Davies, 1962; Weston, 1966; Welch, 1967; Campling, 1970; Van

Soest, 1983) en indirekte (Blaxter, Wainman & Wilson, 1961; Waldo, 1986; Van Soest, 1983) getuienis, waaronder die konstante "rumen fill"-teorie (Campling, Freer & Balch, 1961, 1962; Freer & Campling, 1963), vir die beperking van ruvoerinname deur lywigheid bestaan. Lywigheid word met die vullende effek van voer in die retikulo-rumen eerder as in die laer spysverteringskannal geassosieër (Campling, 1970; Grovum & Phillips, 1978). Die vrywillige inname van ruvoer deur herkouers word nie net deur lywigheid nie, maar ook deur die tempo van verdwyning (fermentasietempo) in die retikulo-rumen bepaal (Blaxter et al., 1961; Balch & Campling, 1962; Campling, 1970). Die vrag van digesta in die retikulo-rumen word hoofsaaklik verminder deur mikrobiëse en meganiese afbraak, absorpsie en die deurgang van onverteerbare reste na die omasum, abomasum en laer spysverteringskanaal (Thornton & Minson, 1973; Weston, 1982). Inname van voer word dus bepaal deur die verteerbaarheid daarvan (Curran & Holmes, 1970; Ekern & Vik-Mo, 1979; A.R.C., 1984). Dit word weer deur noodsaaklike voedingstowwe wat aan die mikrobies verskaf word, soos proteïëne (Blaxter & Wilson, 1963; Minson & Milford, 1967; Bines, 1979; Wilson, 1982; Van Soest, 1983), energie (Akin, 1982), vitamien (Minson, 1982) en minerale (Thomas & Rook, 1977; Minson, 1982; Van Soest, 1983) beïnvloed. Kou en herkou is hoofsaaklik verantwoordelik vir die verkleining in partikelgrootte sodat voerreeste na die abomasum kan deurbeweeg (Freer, Campling & Balch, 1962; Lee & Pearce, 1984). 'n Positiewe verwantskap ($r = 0,94$) is tussen die inname van individuele ruvoere en die partikelgrootte daarvan na kou,

gevind. Retensietyd van voerreeste in die rumen, wat tempo waarteen voer uit die rumen vloei, is omgekeerd verwant aan voerinname (Laredo & Minson, 1973; Thornton & Minson, 1973; Minson, 1982). Alhoewel vele interverwante faktore betrokke is (Blaxter et al., 1961; Campling 1970; Bines, 1971) kom Thornton & Minson (1972) tot die gevolgtrekking dat die veselfraksie die primêre faktor is wat retensietyd in die rumen bepaal en dus die inname van ruvoerrantsoene beperk.

2.1.3 Metodes om voerinname te verhoog

2.1.3.1 Verwerking van ruvoere

Ter bereiking van hoë innames moet die produserende koei die fisiese beperking op die inname van ruvoerrantsoene oorkom (Broster, Sutton & Bines, 1978). In 'n poging om voerinname te verhoog word verwerking (maal en korrel) van ruvoere dikwels ingespan. Voerverwerking waardeur partikelgrootte en dus ook volume verklein word, veroorsaak oor die algemeen dat ruvoer vinniger deur die rumen beweeg (Minson, 1963; McCullough, 1976; Russell & Hespell, 1981). Indien die toename in deurgangstempo, verhoging in fermentasietempo oortref, kan totale fermentasie egter verminder (Waldo & Smith, 1972). Verwerking van ruvoer neig oor die algemeen om die verteerbaarheid deur die ruveselffraksie te verlaag (Minson, 1963; Woodford, Jorgensen & Barrington, 1986) met geen waarborg van 'n hoër voerinname nie (Woodford et al., 1986). Verdere nadele soos minder herkou (Knight, 1980; Cassida & Stokes, 1986), veranderings in die

eindprodukte van fermentasie (Minson, 1963; McCullough, 1976; King, 1980; Woodford et al., 1986) en verminderde bottervetinhoud van melk (Knight, 1980; Woodford et al., 1986) word dikwels met verwerking van ruvoere geassosieër. Hierdie praktyk gaan ook nie noodwendig met 'n verhoogde melkproduksie gepaard nie (Woodford et al., 1986). Weens bogenoemde het McCullough (1976) tot die gevolgtrekking gekom dat verwerking van 'n rantsoen slegs moet geskied indien dit 'n spesifieke doel dien. Broster et al. (1978) het ook gevind dat die herkouer deeglik in staat is om die partikelgrootte van lang ruvoere self te verklein.

2.1.3.2 Kombinerings van ru- en kragvoer

In die praktyk lê die oplossing van die probleem met betrekking tot die beperking van inname as gevolg van die groot volume van ruvoere, in die bestuur van die rumen. Volgens McCullough (1976) kan 'n verhoging in energie inname bewerkstellig word deur 'n kombinasie van ru- en kragvoer. Bines, Suzuki & Balch (1969) kom, na die voer van gemengde rantsoene aan maer en vet koeie, tot die gevolgtrekking dat ander faktore as fisiese faktore, inname bepaal. In 'n rantsoen wat so min as 20% kragvoer bevat, word inname nie meer deur "rumen fill" beheer nie (Montgomery & Baumgardt, 1965). By die voeding van energiedigte rantsoene aan die melkkoei word fisiese beperkings op inname oorkom. Inname van hierdie rantsoene word dan fisiologies deur voedingstofbehoefte van die dier beheer (Waldo, 1986; Woodford

et al., 1986). Metaboliese aktiwiteit soos laktasie, wat 'n dreinerings van metaboliete uit die bloedvatstelsel van die melkdier veroorsaak, stimuleer aptyt (Coppock, Noller & Wolfe, 1974; Broster et al., 1978; Swan, 1979). Ander fisiologiese faktore soos vetinhoud van die liggaam (Bines et al., 1969; Forbes, 1980), hormonale balans (Forbes & Rook, 1970; Hunter, Erb, Randel, Garverick, Callahan & Harrington, 1970; Forbes, 1971, 1980) en temperatuur (Weston, 1982) speel egter ook 'n rol.

Oor die algemeen verhoog die inname van droëmateriaal (DM) indien kragvoer tot 'n ruvoerrantsoen toegevoeg word (Conrad, Pratt & Hibbs, 1964; Broster, 1972; McCullough, 1976, Broster, 1980; Jarrige, 1986). Verteerbaarheid van die rantsoen as geheel verhoog, wat die relatiewe hoër verteerbaarheid van die kragvoerfraksie reflekteer (McCullough, 1976; Broster, Sutton, Bines, Broster, Smith, Siviter, Johnson, Napper & Schuller, 1985). Die inname van verteerbare voedingstowwe moet dus ook verhoog (Conrad et al., 1964). Soos totale energieinname verhoog word die gedeelte nodig vir onderhoud 'n al hoe kleiner fraksie van totale beskikbare energie terwyl die gedeelte beskikbaar vir produksie van melk al hoe groter word (Brown, Chandler & Holter, 1977). Melkproduksie en die hoogtepunt (piek) in melkproduksie verbeter gevolglik (Broster et al., 1980). As gevolg hiervan verbeter totale voeromsettings-doeltreffendheid asook inkomste bo voerkoste van koeie wat op kragvoervoeding reageer (Bath, 1985; Coppock, 1985).

2.2 GENETIESE VORDERING EN HOË ENERGIEBEHOEFTE

Merkbare verhoging in melkproduksie (Swan, 1979; Bath, 1985; Hofmeyer, 1986b) en produksiedoeltreffendheid het die afgelope drie dekades voorgekom (Clark & Davis, 1983). Dit word geskat dat genetiese vordering verantwoordelik was vir 30% van die toename in melkproduksie gedurende die afgelope 25 jaar (Coppock, 1985). Walton (1983) soos aangehaal deur Coppock (1985) voorspel dat individuele koeie in die Verenigde State van Amerika teen die jaar 2000 so veel as 32 000 kg melk per jaar kan produseer, terwyl kuddegemiddeldes 16000 kg per jaar sal nader. Clark & Davis (1983) sien geen einde aan die vordering in melkproduksie binne die afsienbare toekoms nie. Energie en proteïen is vandag, en sal in die toekoms, die beperkende voedingstowwe by hoë produserende koeie wees (McCullough, 1976; Bath, 1985). Die probleem ten opsigte van veral energie, neem gedurende vroeë laktasie ernstige afmetings aan (Bines, 1979).

Hierdie verbetering in melkproduksie het, vanaf die sestigerjare, met 'n toename in die kragvoerfraksie in die rantsoene van melkbeeste gepaard gegaan (Wangsness & Muller, 1981). Die rede hiervoor is dat ander hoë energie bestanddele, soos vet, nie doeltreffend benut word nie (McCullough, 1976) terwyl die gebruik van graanprodukte onder die meeste omstandighede ekonomies is (Wangsness & Muller, 1981; Bragg, Murphy & Davis, 1986; Waldo, 1986). Graanprodukte is ook geredelik beskikbaar (Wangsness & Muller, 1981; Bragg et al., 1986) en benutting daarvan lei tot

'n hoër energiedoeltreffendheid (Coppock, 1985). Soos die kragvoerinhoud van rantsoene styg, word sommige nadelige effekte, wat deur die insluiting van hierdie fraksie ontstaan, egter beklemtoon.

2.3 FREKWENTE VOEDING

Die byvoeg van kragvoer tot 'n ruvoerrantsoen lei daartoe dat 'n nuwe ekosisteem (soos substraat beskikbaar, rumen-pH en eindprodukte van vertering) in die rumen tot stand kom (McCullough, 1976). Hierdie verskynsel is die gevolg van 'n hele stel interafhanklike faktore.

2.3.1 Kou, herkou en speekseluitskeiding

Totale vreet- en herkoutyd by melkkoeie het van tussen 91 en 117,4 minute per kg DM met 'n rantsoen van graskuilvoer tot ongeveer 57,3 minute per kg DM op 'n gemengde graskuilvoerrantsoen (wat 40,7% kragvoer bevat het), afgeneem (Gill & Castle, 1983). Soos die persentasie kragvoer in 'n rantsoen toeneem, neem die tyd gespandeer aan herkou af (Balch, 1971; Kaufmann, 1976). Die hoogste tempo van speekselvloei word gedurende herkou gemeet en totale speekselproduksie sal van die daaglikse herkoutyd afhang (Kaufmann, 1976). Met toenemende vlakke van kragvoer het speekselproduksie dus ook afgeneem (Balch & Rowland, 1957; Kaufmann, 1976). Speeksel tree in die rumen op as 'n natriumbikarbonaat-fosfaat buffer en is noodsaaklik vir 'n

behoorlike verteringsfunksie. 'n Bydrae tot die oorsaak van 'n aantal verteringsstoornisse word dan ook deur onvoldoende speekseluitskeiding gelewer (Bartley, 1976 en Trenkle, 1979, soos aangehaal deur Froetschel, Croom, Hagler, Tate & Broquist, 1986). Gill & Castle (1983) vind dat volwasse Ayrshirekoeie, wat kragvoer twee of 22 keer per dag in kombinasie met vrylik beskikbare kuilvoer ontvang het, ten opsigte van tyd gespandeer aan vreet nie betekenisvol ($P \leq 0,05$) verskil het nie. Die aktiwiteit per kg DM, ten opsigte van vreet en/of herkou, was egter hoër in die geval van frekwente voeding van kragvoer. In teenstelling met die bevinding van Rakes, Hardison, Albert, Moore & Graf (1957) vermoed Rohr & Daenicke (1973) soos aangehaal deur Linder, Kirchgessner & Schwarz (1979) dat ruvoere wat meer frekwent aangebied word, deur herkou en speekseluitskeiding 'n invloed op resultate uitgeoefen het. Thompson (1973) vind ook dat hamels wat 'n volledige rantsoen 24 in plaas van een keer per dag ontvang, meer tyd aan vreet gespandeer het.

2.3.2 Rumen-pH

Graanprodukte in 'n rantsoen verlaag rumen-pH (Thomas & Rook, 1977; Hynd, 1984) weens die verlaagde bufferwerking van ruvoere en die invloed op herkou en speekseluitskeiding wat daarmee gepaard gaan (Balch, 1971; Kaufmann, 1976; Van Soest, 1983). Kaufmann, Hagemester & Dirksen (1980) het gevind dat verhoogde suurkonsentrasie in die rumenvloeistof en verhoogde kragvoerfraksies parallel loop. Kaufmann kom reeds gedurende

1976 tot die gevolgtrekking dat 'n hoë kragvoerrantsoen hoofsaaklik die rumen-pH beïnvloed. Hierdie verandering in rumen-pH is 'n aanpassingsmeganisme wat 'n optimum pH, vir die rantsoen wat gefermenteer en geabsorbeer word, verseker. Die invloed van substraat gevoer kan deur die invloed daarvan op die mikrobiëse populasie in die rumen en die eindprodukte van fermentasie tot verdere afwaartse neigings in rumen-pH lei (Kaufmann et al., 1980). Dit onderstreep die beginsel, soos reeds bevind deur Balch & Rowland (1957), dat rumen-pH hoofsaaklik afhang van die verhouding speeksel tot vlugtige vetsure in die rumen geproduseer. Bragg et al. (1986) het, vanuit sy studie en ander bronne, gevind dat die voer van groot hoeveelhede geredelik fermenteerbare koolhidrate tot langdurige lae rumen-pH gelei het.

Saam met die opmerking oor hoë kragvoerrantsoene se invloed op rumen-pH, kom Kaufmann (1976) tot die gevolgtrekking dat die verspreiding van kragvoer in vier of meer porsies per dag 'n belangrike effek op pH uitoefen. Jorgensen, Schultz & Barr (1965) het gevind dat vyf keer in plaas van twee keer voeding van kragvoer (66% kragvoer in die rantsoen) 'n hoër gemiddelde pH in die rumen (6,7 versus 6,4) gehandhaaf het. Verskeie resultate (Rohr & Daenicke, 1973; Kaufmann, 1976; French & Kennelly, 1985; Robinson & Sniffen, 1985), met variërende hoeveelhede kragvoer in die rantsoene, ondersteun hierdie waarneming. Terwyl sommige navorsers soos Kaufmann (1973) en Nocek & Braund (1985) gevind het dat die gemiddelde daaglikse rumen-pH nie deur die

frekwensie van kragvoervoeding beïnvloed word nie, het die meerderheid werkers (Satter & Baumgardt, 1962; Bath & Rook, 1963; Pant & Roy, 1971; Rohr & Daenicke, 1973; Jensen & Wolstrup, 1977; Kaufmann et al., 1980; Robinson & Sniffen, 1985) 'n meer konstante rumen-pH met gereelde voeding gevind. Die kontrole van ruminale-pH binne die reeks van ses tot sewe is die sleutel vir die vestiging van 'n stabiele rumenfermentasie (Bragg et al., 1986).

2.3.3 Mikrobepopulasies in die rumen

Die voer van hoë kragvoerrantsoene gaan met 'n lae rumen-pH gepaard wat sekere mikrobies bevoordeel. Veselverterende organismes is sensitief vir 'n laer rumen-pH en hulle getalle neem onder hierdie omstandighede af (Thomas & Rook, 1977; Hynd, 1984). Amilolitiese bakterieë kan by 'n lae rumen-pH oorleef en die gevolg is 'n veranderde mikropopulasie in die rumen (Kaufmann et al., 1980). 'n Lae ruminale pH mag 'n afname of eliminerings van siliaat protozoa in die rumen veroorsaak (Bragg et al., 1986). Behalwe vir rumen-pH (Balch & Rowland, 1957; Thomas & Rook, 1977) kan die samestelling van die mikrobepopulasie ook deur ander faktore (Orskov, 1982a; Hynd, 1984; Miller & Muntifering, 1985; Shriver, Hoover, Sargent, Crawford & Tayne, 1986), wat deur die voer van kragvoer varieer, beïnvloed word.

Moir & Somers (1957) soos aangehaal deur Campbell & Merilan (1961) het 'n laer gemiddelde bakteriese- en protozoatelling

waargeneem toe 'n rantsoen eenmalig in plaas van in twee of meer fraksies daaglik gevoer is. Putnam, Gutierrez & Davis (1961) het gevind dat 10 keer daaglikse voeding van 'n rantsoen aan groeiende beeste die telling van die protozoa Entodinium na agt weke byna verdubbel het. Volgens Burt & Dunton (1967) mag beide hierdie resultate verwant wees aan 'n stadiger tempo van deurgang van digesta vanaf die rumen. Linder et al. (1979) verklaar egter dat die meer konstante rumen-pH as gevolg van gereelde voeding van melkkoeie en dus verbeterde rumenomgewing mag lei tot verhoogde tellings van sellulitiese organismes.

2.3.4 Rantsoenverteerbaarheid

Dit blyk dat hoë innamevlakke van energierike rantsoene dikwels geassosieer word met omstandighede in die rumen wat minder gunstig is vir mikrobiëse vertering van ruvoere (Clark & Davis, 1983). Die voordeel van byvoeding van energie word as gevolg van die afname in die verteerbaarheid van vesel, deur 'n afname in veselverterende organismes, verminder (Hynd, 1984; Coppock, 1985). 'n Afname in tempo van veselvertering (Orskov, 1982b; Dixon, 1986), en spesifiek vertering van sellulose (Terry, Tilley & Outen, 1969; Kaufmann, 1976; Van Es & Van der Honing, 1979) is die oorsaak van hierdie belangrike assosiatiewe effek (Orskov, 1982b; Miller & Muntifering, 1985). Hierdie afname in verteerbaarheid van gemengde rantsoene dra by tot die dalende meeropbrens in melkproduksie wat by verhoogde insluiting van kragvoer gevind word (Broster, 1972).

Dit is moontlik dat frekwente voeding mikrobiese aktiwiteit in die rumen verhoog (Jensen & Wolstrup, 1977) en dienooreenkomstig die netto energie beskikbaar aan die dier verhoog (Rees & Rowlinson, 1985). Indien 'n rantsoen eenmalig in stede van in twee of meer fraksies daagliks verskaf word, neem die verteerbaarheid van die DM en stikstofretensie af (Moir & Somers, 1957, soos aangehaal deur Campbell & Merilan, 1961). Mohrman, Neumann, Mitchell & Albert (1959) soos aangehaal deur Campbell & Merilan (1961) het ook hoogs betekenisvolle ($P \leq 0,05$) toenames in die verteerbaarheid van stikstof en energie gevind indien vleisbeeste vier in plaas van een keer per dag gevoer is. Campbell & Merilan (1961) self het 'n betekenisvolle verhoging van 51,59 tot 55,52 persent gevind in DM-verteerbaarheid toe 'n rantsoen onderskeidelik twee en vier keer per dag aan lakterende koeie gevoer is. Kaufmann (1976) het gevind dat 'n hoër sellulitiese aktiwiteit weens 'n hoër voerfrekwensie by melkkoeie 'n positiewe effek op die verskaffing van energie aan die dier uitoefen.

2.3.5 Vrywillige voerinname

Die inname van 'n voer is verwant aan die verteerbaarheid en tempo van deurgang daarvan deur die spysverteringskanaal (Johnson, Trimberger, Wright, Van Vleck en Henderson, 1966; Thornton & Minson, 1973; Ekern & Vik-Mo, 1979). Crampton (1957) sowel as Balch & Campling (1962) en Kaufmann (1976) het dan ook

voorgestel dat daar 'n verwantskap bestaan tussen tempo van sellulosevertering en vrywillige inname van ruvoer deur herkouers. Deurdat kragvoer die vertering van ruvoer in dieselfde rantsoen vertraag het, het die inname daarvan verminder (Broster, 1980; Doyle, 1983; Dixon, 1986).

Volgens 'n oorsig deur Owen (1978) is 'n verhoging in die inname van DM 'n algemene eienskap van studies oor gereelde verskaffing van voere. Volgens Campbell & Merilan (1961) het gereelde verskaffing van 'n rantsoen (kragvoer en ruvoer) 'n verhoging van 7,30 en 8,46% in DM-inname teweeggebring toe melkbeeste onderskeidelik sewe en vier teenoor twee keer per dag gevoer is. Dit het 'n bydrae van meer as 50% gelewer tot die verhoging in melkproduksie. Dawson & Koplund soos aangehaal deur Balch & Campling (1962) het reeds in 1949 gevind dat melkkoeie wat tweemaal per dag gevoer is, tien persent meer lusernhooi ingeneem het, teenoor die wat daaglik gevoer is. Kaufmann (1976) wat 'n vaste hoeveelheid kragvoer twee of sewe keer per dag gevoer het, het 'n verhoogde ruvoerinnome van 0,23 kg hooi per koei per dag gevind.

Ongelukkig het die meeste studies nie veel klem gelê op ruvoerinnome nie. In die meeste gevalle is die ruvoer in vasgestelde hoeveelhede en/of ook gereeld aan die diere verskaf, wat nie die ware toedrag van sake onder plaaslike omstandighede verteenwoordig nie.

2.3.6 Eindprodukte van vertering

Rantsoene wat hoofsaaklik uit ruvoer bestaan het, het deur fermentasie in die retikulo-rumen 'n mengsel van vlugtige vetsure (VVS) gelewer wat uit 65 tot 74% asynsuur, 15 tot 20% propioonsuur en 8 tot 16% bottersuur bestaan het (Thomas & Rook, 1977). Indien rantsoene met 'n lae veselinhoud ('n hoë fraksie kragvoer) aan melkkoeie verskaf is, het daar 'n verlaging en 'n verhoging in die molare persentasie van onderskeidelik asyn- en propioonsuur plaasgevind (Muller & Kilmer, 1979, soos aangehaal deur Eickelberger, Muller, Sweeney & Abrams, 1985; Sutton, 1985; Bragg et al., 1986). Onder hierdie toestand mag die vinnige produksie van vlugtige vetsure (Balch & Rowland, 1957) wat tot 'n hoër konsentrasie in die rumen lei tot die verdere verlaging in rumen-pH bydra.

Knox & Ward (1961) het die rantsoen van twee rumengefistuleerde nie-lakterende diere twee of agt keer per dag voorsien. Die data het duidelik aangedui dat voerfrekwensie die totale konsentrasie VVS, die persentasie konsentrasie van individuele VVS en die verhoudings van VVS tot mekaar beïnvloed het. Frekwente voeding het in hierdie geval ook 'n meer uniforme konsentrasie van VVS oor 'n 24-uur periode veroorsaak. Nakashima & Kikuchi (1975) het gevind dat gereelde verskaffing van ruvoer aan skape geneig het om die molare persentasie van asynsuur te verhoog, terwyl die van propioonsuur verlaag het. 'n Verhoging in voerfrekwensie van 'n gemengde ru- en kragvoerrantsoen het by osse ook tot 'n hoër

molare persentasie van asynsuur (57,3 versus 53,4) gelei (Bragg, Murphy & Davis, 1985). Kaufmann (1973, 1976) het bewys dat gereelde voer van melkkoeie 'n verhoging in die asynsuurfraksie en 'n verlaging in propioonsuur teweegbring het. Verhoogde voerfrekwensie het tot 'n verminderde daaglikse variasie van die meeste rumenparameters, insluitende VVS, gelei (Nakashima & Kikuchi, 1975; Bragg et al., 1985). Esdale & Satter (1972) het 'n verband gevind tussen rumen-pH en konsentrasies van individuele vetsure in die rumen. In diè lig verklaar Orskov (1975) en Russell & Hespell (1981) dat die verandering in fermentasie en die balans van eindprodukte van vertering uiteindelik deur die tipe mikroflora in die rumen bepaal word.

2.3.7 Bottervetkonsentrasie in melk

Jorgenson, Barr & Shultz (1964) het betekenisvolle verwantskappe tussen die konsentrasie van sekere vlugtige vetsure in die rumen en bottervetpersentasie van koeimelk gevind. Verskeie ander werkers (Tuznik, 1951, soos aangehaal deur Minson, 1963; Jorgenson, Schultz & Barr, 1965; Woodfort et al., 1986) het, deur onder andere van lae ruvoer rantsoene gebruik te maak, gevind dat veranderings in die verhoudings van VVS in die rumen 'n invloed op die bottervetkonsentrasie in melk uitgeoefen het. Hoë kragvoerrantsoene veroorsaak, vanweë minder herkou en 'n verandering in die verhouding van VVS (Woodford et al., 1986), 'n verlaging in die bottervetpersentasie van melk (Knox & Ward,

1961; Coppock, Flatt & Moore, 1964; Balch, 1971; Rohr & Daenicke, 1973; Thomas & Rook, 1977).

Volgens Rickaby (1980) kan sonder twyfel gesê word dat koeie op 'n volledige rantsoen (met 'n gereelde inname van kragvoer) melk van 'n beter kwaliteit, veral ten opsigte van die bottervetpersentasie, sal lewer. Garcia, Ruiz, Elias, Menchaca & Gomez (1980) het die kragvoerfraksie van 'n rantsoen bestaande uit minder as 50% kragvoer een, twee of drie keer per dag aan koeie verskaf. Hierdie werkers het geen effek op bottervetkonsentrasie verkry nie, maar verklaar dat drie keer daaglikse kragvoervoedings wel by hoër energievlakke resultate mag lewer. In teenstelling hiermee het Thomas & Kelly (1976), wat 'n 65% kragvoerrantsoen 24 keer daaglik aan diere verskaf het, geen betekenisvolle effek of melksamestelling gevind nie. Verskeie outeurs (Campbell & Merilan, 1961; Johnson, 1979; Gill & Castle, 1983) rapporteer wel dat bottervetkonsentrasie neig om te verhoog indien voer meer gereeld verskaf word. Kaufmann (1976) het gevind dat diere wat twee of 14 keer per dag kragvoer gevoer is, 'n bottervetpersentasie van onderskeidelik 3,6 en 4,0% getoon het.

2.3.8 Benutting van energie

Kragvoerrantsoene bevoordeel die neerlê van liggaamsweefsel ten koste van melkproduksie (Broster, Sutton & Bines, 1978; Ekern & Vik-Mo, 1979; Broster, 1980). Broster (1972) haal werk aan wat

daarop dui dat 'n groot gedeelte van die dalende meeropbrengs in melkproduksie met verhoogde voedingsvlakke deur hierdie verskynsel verklaar word. Volgens Gibson (1984) het verskeie werkers gevind dat verhoogde voerfrekwensie neig om die verhouding van asyn- tot propioonsuur in die rumen te verbreed. Die riglyne van Orskov (1975) ten opsigte van optimum produksieverhoudings van VVS vir groei versus laktasie dui daarop dat frekwente voeding laktasie, maar nie groei, sal bevoordeel (Rohr & Daenicke, 1973; Gibson, 1984). Min data (byvoorbeeld Campbell & Merilan, 1961; Burt & Dunton, 1967; Stanley & Morita, 1967) in die literatuur ondersteun egter hierdie stelling. Genetiese potensiaal ten opsigte van melkproduksie en stadium van laktasie beïnvloed egter die mate waarin liggaamsweefsel deur individuele diere neergelê word (Broster, 1972) en moet by die interpretering van resultate in ag geneem word.

2.3.9 Melkproduksie

Melkproduksie word deur die genetiese potensiaal van 'n dier en deur 'n wye reeks omgewingsfaktore bepaal. Ten opsigte van die kanalisering van voedingstowwe tussen liggaamsweefsels bestaan daar wesenlike verskille tussen koeie (Baumann, McCutcheon, Steinhour, Eppard & Sechem, 1985). Produksiepotensiaal van koeie word aan die rigting (adipose- of uierweefsel) en die mate van hierdie kanalisering gekoppel (Broster, 1972; Clark & Davis, 1983). Verandering in kanalisering van voedingstowwe gedurende

laktasie word deur 'n ingewikkelde netwerk van kontroles gekoördineer (Baumann et al., 1985). Uit die literatuur is dit duidelik dat frekwensie van voeding 'n invloed op hierdie verdeling mag uitoefen. Die grootste enkele omgewingsfaktor, wat bepaal tot watter mate 'n koei aan haar genetiese potensiaal vir melkproduksie uiting gee, is voeding (Neitz, 1987). Voerstelsels van plaasdiere beoog dan ook oor die algemeen maksimum produktiwiteit. Derhalwe word die waardebepaling van voere gegrond op die vermoë van 'n voer om aan die voedingsvereiste vir 'n bepaalde produksie te voldoen (Van Soest, Mertens & Deinum, 1978; Van Soest, 1983). Voedingswaarde word konvensioneel in drie algemene komponente naamlik verteerbaarheid, vrywillige inname van voer en doeltreffendheid van energieverbruik, behaal met die voer, ingedeel (Raymond, 1969). Blaxter (1964) het voedingstofinhoud van die voer hierby ingesluit terwyl Balch (1961) soos aangehaal deur Hopson, Johnson & Burk (1963) voorgestel het dat die aard van die eindprodukte van vertering ook onder andere die hoeveelheid voedingstowwe wat 'n herkouer van 'n rantsoen verkry, bepaal. Weereens is dit uit die literatuur duidelik dat frekwensie van voeding 'n invloed op hierdie faktore, en dus op melkproduksie, mag uitoefen.

In beide proewe van Rees & Rowlinson (1985) het diere wat kragvoer deur 'n outomatiese verspreider, in stede van twee keer per dag in 'n stal ontvang het, betekenisvol ($P \leq 0,01$) meer melk gelewer. Die kontrolegroep (twee keer per dag voeding) het egter daaglik meer kragvoer geweier. Campbell & Merilan (1961) en

Kirchgessner, Schwarz & Linder (1981) het betekenisvolle ($P \leq 0,01$) verhogings in melkproduksie met meer gereelde voeding as twee keer per dag gevind. In albei gevalle is die hele rantsoen egter gereeld verskaf en laasgenoemde outeurs het van 'n beperkte hoeveelheid ruvoer gebruik gemaak. Garcia et al. (1980) het gevind dat koeie op weidings wat kragvoer daagliks in drie in stede van twee fraksies ontvang het, betekenisvol meer melk geproduseer het. In hierdie geval het kragvoer- sowel as weidingsinname nie tussen behandelings verskil nie. Daar is egter ook inligting wat aandui dat frekwente voeding geen invloed op melkproduksie het nie (Sutton, Broster, Hart, Napper, Davies & Willis, 1979; Kaufmann et al., 1980). In die verband verklaar Sutton, Broster, Napper & Siviter (1985) dat die konsentrasie kragvoer in 'n rantsoen die resultaat mag beïnvloed wat met frekwente voeding behaal word. 'n Balans tussen bevrediging van behoefte volgens melkproduksie en voorkoming van asidose, weens 'n te vinnige inname van oplosbare koolhidrate, word by kragvoerinname in tradisionele voersisteme gehandhaaf (Emery, Hafs, Armstrong & Snyder, 1969, soos aangehaal deur Gill, 1979). By hoë produserende koeie moet melkproduksie egter ook onderhou word sonder die risiko dat kwaliteit daarvan verlaag word (Kaufmann, 1976). Dit is dus nodig om voertegniese te bestudeer wat die hoë produserende dier se behoefte bevredig, 'n gunstige rumenomgewing handhaaf en 'n hoër doeltreffendheid van gebruik van beskikbare voere bewerkstelling. Uit die literatuur blyk dit dat die gereelde daaglikse verskaffing van die kragvoerfraksie van 'n gebalanseerde rantsoen aan hierdie vereistes voldoen. Die

variërende resultate in die beskikbare literatuur gee egter nie uitsluitel op die vraag of verhoogde voerfrekwensie inname, verteerbaarheid, rumenomgewing en melkproduksie by die melkkoei voordelig beïnvloed nie. Derhalwe vereis hierdie aspek verdere ondersoek.

HOOFSTUK 3

EKSPERIMENTELE UITLEG EN PROSEDURE

3.1 EKSPERIMENTELE UITLEG

3.1.1 Proefterrein

Die proef is uitgevoer in 'n voerstal vir melkbeeste op die Landbounavorsingsinstituut, Glen, geleë op $26^{\circ} 20'$ oosterlengte en $28^{\circ} 57'$ suiderbreedte op 'n hoogte van ongeveer 1 310 m bo seevlak.

3.1.2 Proefdiere

Twaalf volwasse Frieskoeie (tweede laktasie en ouer) is vir die proef gebruik. Verwagte kalfdatum, ouderdom, asook vlak van en volgehoue melkproduksie in die voorafgaande laktasie is gebruik om geskikte koeie uit die kudde te kies. Dië produksienorms is ook gebruik om die koeie in twee produksiegroepe van ses diere elk, hoë produseerders (HP) en laer produseerders (LP), te stratifiseer.

3.1.2.1 Fistulering by proefdiere

Die helfte van die koeie in elke produksiegroep is, op dag agt van die laktasie waarin die proef plaasgevind het, van

rumenfistels voorsien. 'n Verskuiwing van twee dae is hier toegelaat vir koeie wat oor naweke gekalf het. Die prosedure wat gevolg word by die rumenfistulering te Glen is soos volg: Diere het normaal voer en water voor die operasie ontvang. Waar dit voor die aanvang van die operasie nodig was, is gebruik gemaak van 'n kalmeermiddel⁽¹⁾. Die operasie is onder lokale⁽²⁾ verdoving met die diere in 'n staande posisie uitgevoer. 'n Insnyding van ongeveer 12 cm is deur die huid, fascia, spiere en peritoneum gemaak. Vervolgens is die ruminale wand met behulp van Mayo-Ochsner chirurgiese weefseltange deur die insnyding in die abdominale wand getrek en aan weerskante van die insnyding aan die huid geheg. Vir die doel van die aanhegting is van die rygsteek-tegniek gebruik gemaak. Nadat 'n insnyding tussen die twee rye steke in die rumenwand gemaak is, en 'n rubberkannule (85 mm in deursnit) in die fistel geplaas is, is die steke effe vasgestrek en afgebind. Die sluitmeganisme wat gebruik is by die rumenfistel word in Figuur 3.1 getoon, 'n Gefistuleerde koei met die sluitmeganisme toegerus, verskyn in Figuur 3.2.

-
1. Rompun 2%: Elke ml bevat 20 mg 2-(2,6-xilindieno) -5,6 dihidro- 4H-1, 3-tiasien hidrochloried. Vervaardig deur Bayer, Leverkusen (Duitsland).
 2. Planocaine 5%: Elke ml bevat 50 mg prokaïen hidrochloried, 0,02 mg adrenalien en 0,02 mg feniel kwiknitraat. Vervaardig deur Maybaker, Port Elizabeth (Suid-Afrika).



Figuur 3.1 Die sluitmeganisme van die rumenfistel



Figuur 3.2 'n Gefistuleerde melkkoei

3.1.3 Behandelings

Die drie proefbehandelings het bestaan uit:

Kragvoervoeding

1. Die toegekende daaglikse hoeveelheid kragvoer, tweemaal gevoer per 24-uur.
2. Die toegekende daaglikse hoeveelheid kragvoer, viermaal gevoer per 24-uur.
3. Die toegekende daaglikse hoeveelheid kragvoer, agtmaal gevoer per 24-uur.

Kragvoer met die volgende samestelling is in die proef gebruik.

Mieliemeel	390,00 kg	(75,86%)
Beesproteïenkonsentraat ⁽³⁾	75,00 kg	(14,50%)
Koringsemels	35,00 kg	(6,81%)
Di-Kalsiumfosfaat	9,09 kg	(1,77%)
Sout	5,00 kg	(0,97%)

-
3. Beesproteïenkonsentraat: Volgens Wet No. 36/1947 bevat elke kg 380 g proteïen (min), 120 g vesel (maks), 10 g vet (min), 120 g vog (maks), 55 g kalsium (maks) en 18 g fosfor (min). Vervaardig deur Epol, Johannesburg (Suid-Afrika).

Die berekende ruproteïen en metaboliseerbare energie-inhoud (ME-inhoud) in die kragvoer (volgens ARC, 1965) was onderskeidelik 13,24% en 11,40 Megajoule (MJ)/kg.

Ruvoervoeding

Plaaslik geproduseerde lusernhooi in grof gekerfde vorm (25 mm) is ad lib. verskaf. Die hooi is as enigste ruvoer in die proef (na kalf) gebruik en is met 'n Drotsky hammermeul (25 mm sif) gekerf.

Voor kalf is alle proefdiere volgens 'n standaardprosedure behandel. Dit het behels dat hulle 'n maand voor kalf van goeie veldweiding afgehaal is, lusern ad lib. ontvang het en mettertyd gewoon gemaak is aan mieliemeel en mieliekuilvoer. In die proses het die diere een kg mieliemeel en een kg mieliekuilvoer per dag ontvang.

3.1.4 Proefontwerp

'n Gebalanseerde omskakelingsontwerp soos voorgestel deur Patterson & Lucas (1962) is gebruik. Die basiese proefontwerp wat vir die twee groepe (HP- en LP-groep) binne 'n laktasiestadium gebruik is, word in Tabel 3.1 weergegee.

Drie proewe is volgens hierdie ontwerp volledig in die vroeë, middel en laat stadium van laktasie uitgevoer. Alle behandelings

Tabel 3.1 Die basiese proefplan vir een produksiegroep in 'n laktasiestadium

Proefperiode	Hoë produseerders					
	Gefistuleerde koeie			Ongefistuleerde koeie		
	1	2	3	4	5	6
I	A	C	B	A	C	B
II	C	B	A	B	A	C
III	B	A	C	C	B	A

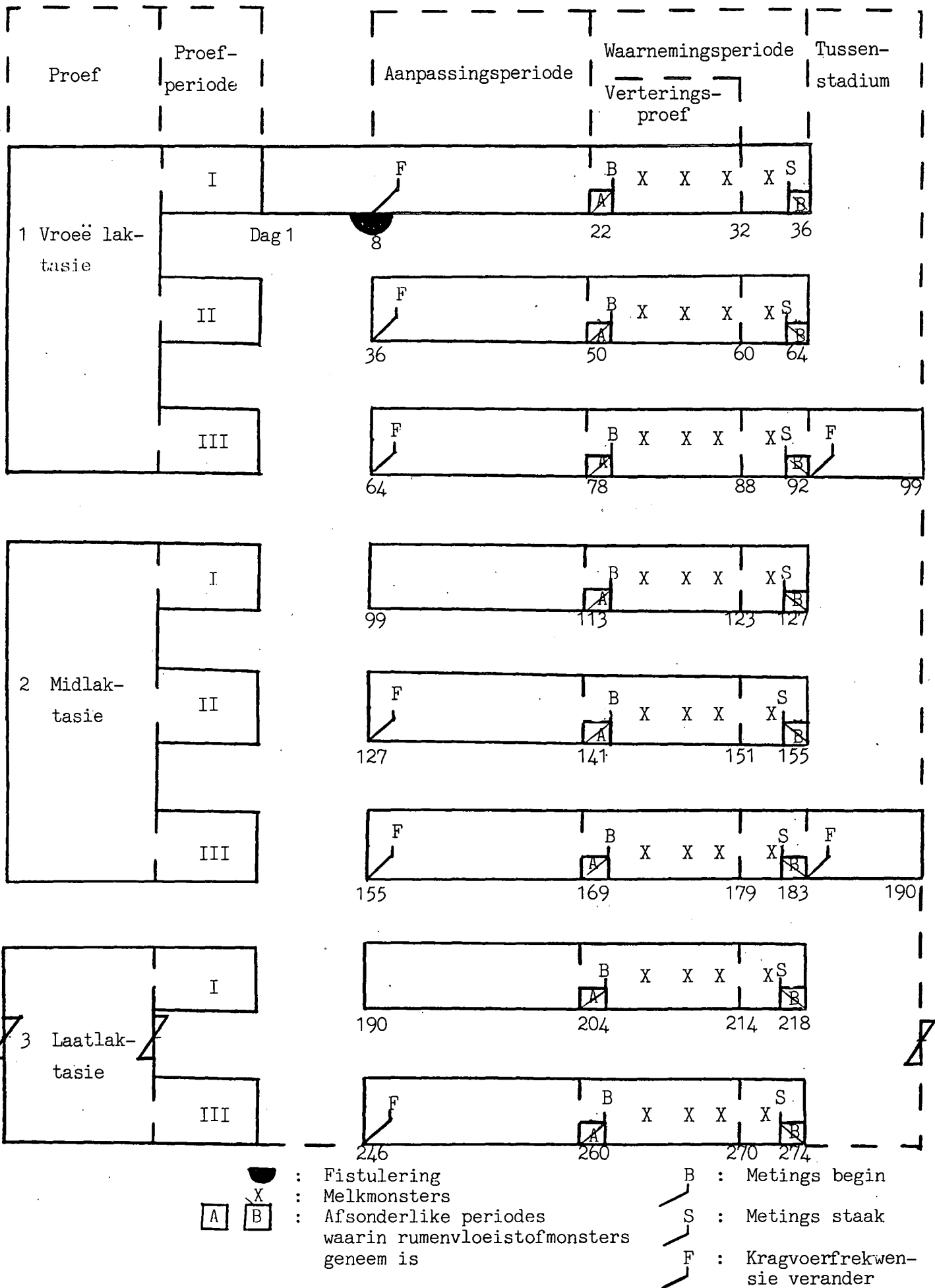
1: 'n Proefperiode is 'n periode tydens die proef waarin die betrokke koeie spesifieke behandelings ondergaan het sodat die onderskeie diere na die afloop van opeenvolgende proefperiodes (I, II en III) aan alle proefbehandelings onderwerp was.

- A: Tweemaal kragvoer per 24-uur
- B: Viermaal kragvoer per 24-uur
- C: Agtmaal kragvoer per 24-uur

is dus op elke koei in alle stadiums van laktasie (dag een tot 92, dag 93 tot 183 en dag 184 tot 274) toegepas. Gedurende elke proefperiode het twee koeie (waarvan een met rumenfistel) van elke produksiegroep 'n spesifieke behandeling ondergaan. Gedurende elke laktasiestadium was daar dus in elke produksiegroep effektief ses diere per behandeling. Toekennings aan die proefbehandelings, by die aanvang van die proef en tussen laktasiestadia, is lukraak gedoen.

3.1.5 Algemene proefuitleg

'n Skematiese uiteensetting van die proef, volgens dae in laktasie, word in Figuur 3.3 gegee. In die uiteensetting is die drie afsonderlike proewe (kyk 3.1.4) in die verskillende stadiums van laktasie uitgebeeld. Die proef het op dag een van laktasie begin, maar het as voorsorg teen lae produksies aan die einde van laktasies op dag 274 geëindig. In die periode van dag een tot dag agt het alle diere tweemaal per 24-uur kragvoer ontvang. Op dag agt het die verskillende behandelings in aanvang geneem. 'n Aanpassingsperiode van 14 dae is voorsien voordat die eerste waarnemings gedoen is. Tussen proefperiodes is ook 14 dae toegelaat vir aanpassing op die verskillende frekwensies van kragvoervoeding. Daaglikse ruvoer-, kragvoeriname en melkproduksie is gedurende die volle aanpassingsperiode aangeteken. Na die aanpassingsperiode het 'n periode van 14 dae, waartydens waarnemings gedoen is, gevolg. Waarnemings ten opsigte van voeriname en melkproduksie het voortgegaan terwyl



Figur 3.3 Die skematiese uiteensetting van die proef volgens dae in laktasie

rumenvloeistof- en melkmonsters vir ontleding en pH-metings op spesifieke tye geneem is. Gedurende die eerste tien dae van die waarnemingsperiodes is verteringsproewe gedoen. Slegs die gefistuleerde diere in elke groep (HP en LP) is vir die bepaling van verteerbaarhede gebruik. Onmiddellik na die waarnemingsperiode het die frekwensie van kragvoervoeding (die behandeling) verander. Tussen die stadiums van laktasie is dus voorsiening vir 'n 21 dae aanpassingsperiode gemaak. Twee koeie is gedurende die periodes tussen laktasiestadiums met vergelykbare produseerders, wat in die regte stadium van laktasie was, vervang. Die nuwe proefdiere is egter eers na 'n 14 dae aanpassingsperiode in die proef opgeneem. Gedurende vroeë laktasie is probleme ondervind met sekere diere in die LP-groep. Twee koeie op een behandelingsopeenvolging moes gedurende dië laktasiestadium vervang word (sien 3.1.6). Die plaasvervangers is egter op dag een van hulle laktasie in die proef ingebring en het die proef van vooraf deurloop.

3.1.6 Versorging, voeding en bestuur

By keuse van koeie is gepoog om die verwagte kalfdatums, veral die van die fisteldiere, so na as moontlik aan mekaar te kry. Die mate van sinchronisasie wat verkry is, het die uitvoering van die proef vergemaklik. Binne 24-uur na kalf is die proefkoeie geweeg. Onmiddellik hierna is diere in die stal ingebring. In die stal is van saagsels as beddegoed gebruik gemaak. Met die gereelde vervanging van beddegoed (soggens en saans tydens melk)

en die was van die proefdiere in die stal is gepoog om higiëniese toestande daar te stel.

Krag- en ruvoer is in aparte krippe gevoer om kwantitatiewe versameling van reste moontlik te maak. Toekenning van die hoeveelheid lusernhooi vir individuele diere is weekliks gedoen. Om die vrye beskikbaarheid van lusern te verseker, is gewerk op 'n 40% hoër daaglikse toekenning as die gemiddelde daaglikse inname van die voorafgaande sewe dae. Om voeding te vergemaklik, is hierdie hoeveelheid verhoog tot die volgende prakties afmeetbare eenheid. (Die houers waarin ruvoer uitgemeet is, kon 4 kg lusern hou). Die ruvoerkrippe is om 08h15 gevul en met tussenposes oor 'n 24-uur periode tot die toegekende hoeveelheid aangevul. Die geweierde ruvoer is daagliks tussen 07h15 en 08h00 akkuraat teruggeweeg.

Die metode van Bredon & Stewart (1979) is vir die toekenning van kragvoer gedurende die eerste veertien dae van laktasie gebruik. Die metode behels dat die daaglikse hoeveelheid kragvoer geleidelik verhoog word, totdat 'n maksimum (2% van liggaamsmassa net na kalf) op dag tien van laktasie bereik word. Vanaf dag 10 tot 14 is die hoeveelheid konstant gehou. 'n Uiteensetting van hierdie metode soos toegepas in die proef word in Tabel 3.2 getoon. Na dag 14 tot dag 183 van laktasie is kragvoer teen 0,4 kg/l melk daagliks geproduseer, voorsien. Vanaf dag 183 tot die end van die proef is kragvoer teen 0,3 kg/l melk geproduseer, voorsien. Vanaf dag 14 tot voor piek is kragvoer vir 'n

Tabel 3.2 Kragvoervoeding van melkkoeie gedurende die eerste 14 dae van laktasie (Bredon and Stewart, 1979)

Liggaamsmassa net na kalf (kg)	Daaglikse kragvoervoeding (kg)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10-14
Onder 424	0.8	1.6	2.4	3.2	4.0	4.8	5.6	6.4	7.2	8.0
425 - 474	0.9	1.8	2.7	3.6	4.5	5.4	6.3	7.2	8.1	9.0
475 - 524	1.0	2.0	3.0	4.0	5.0	6.0	7.0	8.0	9.0	10.0
525 - 574	1.1	2.2	3.3	4.4	5.5	6.6	7.7	8.8	9.9	11.0
575 - 624	1.2	2.4	3.6	4.8	6.0	7.2	8.4	9.6	10.8	12.0
625 - 674	1.3	2.6	3.9	5.2	6.5	7.8	9.1	10.4	11.7	13.0
675 +	1.4	2.8	4.2	5.6	7.0	8.4	9.8	11.2	12.6	14.0

bykomende 2,5 liter melk per dag verskaf (Bredon & Stewart, 1979). Hierdie maatreël het eers verval toe die koeie vir drie agtereenvolgende weke 'n laer gemiddelde produksie as gedurende die week van piekproduksie gehandhaaf het. Die tye waarop kragvoer gedurende die verskillende behandelings verskaf is, is soos volg: Tweemaal per 24-uur kragvoer (2/D): 09h15 en 21h15, viermaal per 24-uur kragvoer (4/D): 03h15, 09h15, 15h15 en 21h15, agtmaal per 24-uur (8/D): 03h15, 06h15, 09h15, 12h15, 15h15, 18h15, 21h15 en 24h15.

Water is deur middel van individuele outomatiese lepelklepdrinkbakke verskaf en was te alle tye vrylik beskikbaar. Koeie is tweemaal per dag (07h30 tot 08h15 en 15h30 tot 16h15) met 'n melkmasjien in 'n aangrensende gebou gemelk. Die diere is gedurende oestrus vanaf dag 90 in laktasie kunsmatig geïnsemineer. Direk na melk het die koeie vir ongeveer dertig minute (gewoonlik vanaf 07h50 tot 08h15) in 'n kraal aangrensend tot die stal geloop. Daar is deurlopend, maar veral gedurende hierdie periode gepoog om tekens van oestrus waar te neem. Die toestande in die stal en die herhaalde uitvoering van verteringsproewe het egter die reproduksie (veral deur waarneming van oestrus) nadelig beïnvloed.

Die gesondheid van die proefdiere was oor die algemeen goed. Geen fisteldiere is gedurende die hele proef vervang nie. Tussen laktasiestadiums is twee proefdiere weens kliniese mastitis vervang. Gedurende vroeë laktasie is twee koeie (in dieselfde

behandelingsopeenvolging en produksiegroep) weens onderskeidelik 'n besering en pootverswering vervang. Verdere probleme met die verswering van pote is voorkom deur die koeie daaglik te ondersoek en indien nodig met 'n uitwendige antibakteriese⁽⁴⁾ middel te behandel. Mastitis is streng volgens voorskrif, met 'n breë spektrum middel⁽⁵⁾ wat verskillende kombinasies van antibiotika plus kortisoen bevat, behandel.

Die verteringsproewe met 'n tien dae misversamelperiode is in metaboliese krate (Figuur 3.4) uitgevoer. Die standaard prosedure het by die voeding en versorging gedurende hierdie periode gegeld. Gedurende die misversamelperiode is diere met 'n mobiele melkmasjien gemelk.

3.1.7 Tydsduur

Die proef is in sy totaliteit gedurende die periode Mei 1983 tot September 1984 afgehandel.

-
4. Kemispray: Reg. No. G17 Wet 36/1947. Samestelling: 10% Chloramphenicol m/m gekleurd met gentiaan violet. Vervaardig deur Panvet, Kempton Park (Suid-Afrika).
 5. 17900 Forte: Elke ml bevat: 20 mg hidrokortisoen-asetaat, 12,5 mg hidrokortisoen-natriumsuksinaat, 100 000 Internasionale eenhede prokaïne penisillien G, 150 mg natriumnavobiosien, 50 000 eenhede polimisien B-sulfaat, 100 mg dihidrostreptomisiensulfaat en 50 mg clorobutanol. Vervaardig deur Upjohn, Crawley (Brittanje).



Figuur 3.4 Metaboliese kratte waarin die verteringsproewe uitgevoer is

3.1.8 Statistiese ontleding

Variansie-analises is op alle verkreeë veranderlikes uitgevoer. Die data van die verteringstudies is tydens ontleding as Latynse Vierkante (Van Ark, 1981) hanteer. Indien hierdie data steeds na transformasie, nie aan die aannames van homogene variasies en additiwiteit van effekte voldoen het nie, is die nie-parametriese Friedman variansie-analise (Siegel, 1956) uitgevoer. Variansie-analises van direkte en residuele effekte, is op die data verkry vanaf die produksieperiodes, volgens Patterson en Lucas (1962) en Gill (1978) uitgevoer. 'n Voorbeeld van so 'n variansie-analise, waar residuele effekte in ag geneem of geïgnoreer is, (en permanente effekte bereken is), word in Tabel 3.3 aangegee. Indien residuele effekte nie betekenisvol tussen behandelings verskil het nie, is dit in die resultate geïgnoreer. Al die ontledings en toetse van verskille tussen behandelingsgemiddeldes is met behulp van Statistiese programpakette (Afdeling Biometriese en Datametrisiese Dienste, Departement van Landbou) met 'n rekenaar uitgevoer.

3.2 VERSAMELING VAN GEGEWENS EN MATERIAAL

3.2.1 Versameling van monsters

Tabel 3.3 Voorbeeld van 'n variansie-analise van direkte en residuele effekte

TOTALE RUPROTEÏEN INNAME (KG) (HOË PRODUSERENDE DIERE, MIDLAKTASIE) VARIASIE-ANALISE VAN DIREKTE EN RESIDUELE EFFEKTE

BRON VAN VARIASIE	VG	SOM VAN KWADRATE	GEM. SOM VAN KWADRATE	F
BLOKKE	1	170.32427	170.32427	5.95968
DIERE/BLOKKE	4	304.23236	76.80809	2.68753
PERIODES/BLOKKE	4	28.99349	7.24837	0.25362
BEHANDELINGS		256.11341		
DIREK (ONGEKORR)		157.17021		
RESIDUEEL (GEKORR)	2	98.94320	49.47160	1.73102
DIREK (GEKORR)	2	47.45665	23.72833	0.83026
FOUT	4	114.31770	28.57942	
TOTAAL	17	876.98123		

BEHANDELINGS	VERSKIL TUSSEN DIREKTE EFFEKTE	VERSKIL TUSSEN RESIDUELE EFFEKTE
1 VS 2	-4.16833	6.81000
1 VS 3	-0.74292	-1.16375
2 VS 3	3.42542	-7.97375

STANDAARDFOUT VAN DIE VERSKIL TUSSEN TWEE DIREKTE EFFEKTE =

3.45081

STANDAARDFOUT VAN DIE VERSKIL TUSSEN TWEE RESIDUELE EFFEKTE =

4.62975 KV = 10.8008%

BEHANDELINGS	RESIDUELE GEMIDDELDE DIREKTE EFFEKTE	EFFEKTE RESIDUELE EFFEKTE	TEENWOORDIG GEMIDDELDE PERMANENTE EFFEKTE	RESIDUELE EFFEKTE GEIGNOREER GEMIDDEL- DES
1	47.85903	1.88208	49.74111	47.23167
2	52.02736	-4.92792	47.09944	53.67000
3	48.60194	3.04583	51.64778	47.58667

DIE RELATIEWE DOELTREFFENDHEID VAN DIE OORSKAKELINGSONTWERP TOT DIE VOLLEDIG EWEKANSIGE ONTWERP IS 169 PERSENT ONGEVEER 10 DIERE IN TOTAAL SOU BENODIG WORD VIR DIE VOLLEDIG EWEKANSIGE ONTWERP.

3.2.1.1 Voermonsters

Grypmonsters van die lusern en kragvoer gevoer, is daaglik vir elke proefdier gedurende elke waarnemingsperiode geneem en in lugdigte glashouers gebêre. Na elke waarnemingsperiode is die voermonsters bymekaar gevoeg, 'n verteenwoordigende monster getrek en DM-bepalings gedoen. Hierna is die voer gemaal (Wiley No.3 standaard meul - 1 mm sif) en in glashouers, wat dig sluit, vir verdere ontleding gestoor. Gedurende die verteringsproewe is vrywillige waterinname van verteringsdiere gemeet deurdat gekalibreerde watertenks (45 liter) met afleipype aan die outomatiese lepelklepdrinkbakke gekoppel was. Die watertenks is periodiek deur die dag en nag gevul en die hoeveelheid wat gedrink is, aangeteken.

3.2.1.2 Melkmonsters

Die melkproduksie van die proefdiere is daaglik aangeteken. Melkmonsters is op spesifieke tye (kyk Figuur 3.3) gedurende die waarnemingsperiode vir ontleding geneem. Om 07h15 is tydens melkwinning 63% en om 15h30 37% van 'n monster geneem. Hierdie verhoudings is volgens die melkinterval bereken. Hierdie monsters (60 ml) is gepreserveer met 1 ml 10% kaliumdichromaat. Die preserveermiddel is vooraf in geskikte houers vir twee ure by 120°C ingedamp. Gedurende die verteringsperiode is melkmonsters met elke melktyd (bogenoemde monsters uitgesluit) van die verteringsdiere verkry. Na die verteringsperiode is die

melkmonsters saamgevoeg en 'n verteenwoordigende melkmonster getrek. Alle melkmonsters is by 'n minimum van 1°C en 'n maksimum van 4°C gestoor totdat skeikundige ontleding gedoen is.

3.2.1.3 Mismonsters

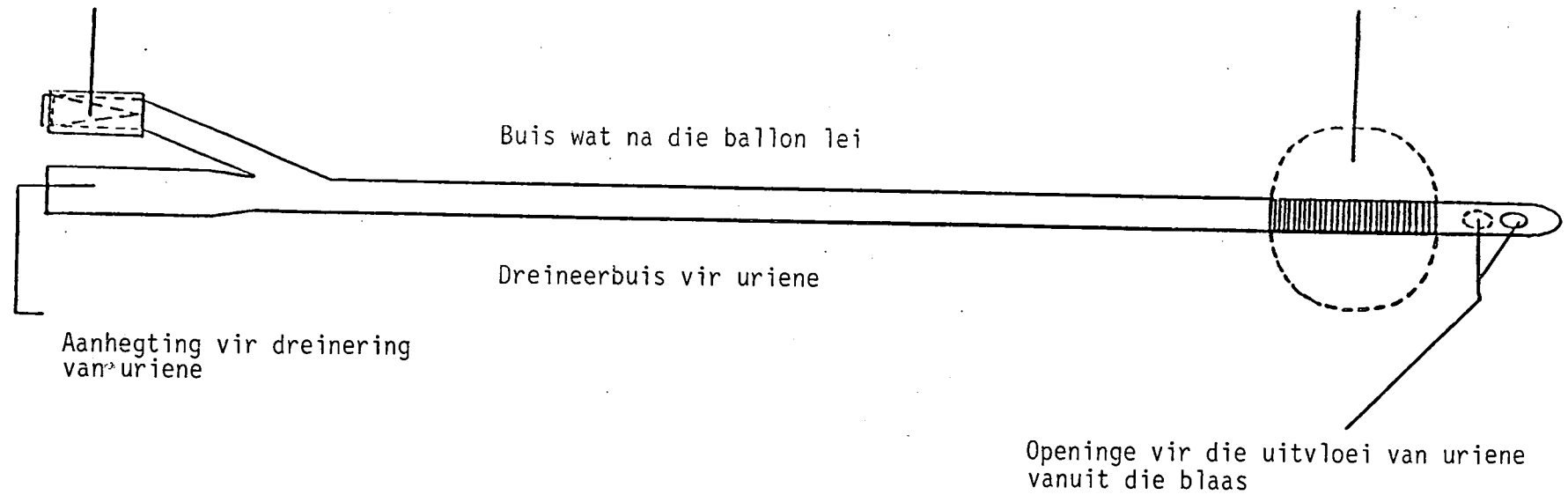
Gedurende die verteringsproewe is mis onder die houtplatform (kyk fig. 3.4) van die metaboliese kratte in metaalpanne versamel. Die mis is tweemaal per dag, 08h00 en 15h00, geweeg. Na deeglike vermenging is 2% van die mis as verteenwoordigende monster geneem en is DM-bepalings daarop gedoen. Na die 10 dae versamelperiode is die droë mismonsters vir individuele diere saamgevoeg, gemaal (1 mm sif) en 'n verteenwoordigende monster geneem. Hierdie monsters van elke dier is in glashouers bewaar tot skeikundige ontledings gedoen is.

3.2.1.4 Urinemonsters

Die tegniek wat aangewend is vir die versameling en preservering van urine is soortgelyk aan die van Neitz & Hartman (1974). Die urine is versamel met behulp van 'n standaard tweerigting Nr. 26 (8,7 mm) -30 ml Lapro-Foley-kateter. Die ontwerp van die kateter word in Figuur 3.5 aangetoon. Die voorste deel van die kateter is versigtig in die blaas van die koei geplaas met behulp van 'n spekulum en 'n lang, effens gekromde draad wat binne-in die dreineerbuis pas. 'n Spuit sonder 'n naald is gebruik om ongeveer 50 ml steriele water deur die ingeboude klep in die

Ingebooue klep vir die inspuit van water
in die ballon

Ballon om die kateter in die blaas van die
koei te hou



Figuur 3.5 Die Foley-kateter wat gebruik is om uriene te versamel

ballon te spuit. By verwydering van die gekromde draad het die opgeblaasde ballon die voorste deel van die kateter in die blaas gehou, sodat urine deur die dreineerbuis na 'n versamelfles kon vloei. 'n Twee-meterlange rubberbuis met 5 mm binnemaat het die kateter aan die plastiese versamelfles (22 liter) verbind. Hierdie buis is met tou aan dakbalke vasgebond sodat dit 'n U-draai gevorm het, wat die vloei van lug na die blaas voorkom het. Voor verwydering van die kateters is 'n spoelmiddel, bestaande uit 10 ml Penstrep (200 prokaïen-penisillien-eenhede en dihidrostreptomisiensulfaat, 0,25 g per ml) en 10 ml soutoplossing (5 g sout per 470 ml steriele water), via die kateter in die blaas gespuit. Hierna is die ballon met behulp van die suigkrag van 'n spuit deur die ingeboude klep afgeblaas. Gedurende elke verteringsperiode en in enkele gevalle waar kateters uitgeval het, is nuwe kateters gebruik. Daar is dag en nag by die koeie gewaak. Om aanpak van soute in die afleibuis te voorkom, is hulle na elke verteringsperiode deeglik met seep en water gewas. 'n Urinemonster (1 %) is tweemaal per dag, 08h00 en 15h00, geneem. Die urinemonster is gepreserveer deur 'n oplossing bestaande uit 4 N swawelsuur, waarin 9% kopersulfaat opgelos is, by te voeg en die daaglikse monsters van elke dier is in 'n glasbottel saamgevoeg. Na afloop van elke verteringsperiode is die saamgestelde urinemonsters deeglik gemeng, verminder tot 'n gerieflike maat en in glashouers (250 ml) vir skeikundige ontleding gestoor.

3.2.1.5 Rumenvloeistofmonsters

Rumenvloeistof is gedurende elke waarnemingsperiode volgens die skedule in Figuur 3.6 op vasgestelde tye geneem. Die daaglikse tye waarop monsters geneem is, is so gewissel dat, na elke proefperiode data vir elk van die ses fisteldiere in uurlikse intervalle oor 'n "proefdag" gegee kon word. Elke "uurlikse" monster is stiptelik om 15 minute na die uur begin en koeie is altyd in dieselfde volgorde hanteer. Die rumenvloeistof is met behulp van 'n plastiek bottel en 'n buigbare verlengbuis geneem volgens die metode soos deur De Waal (1979) beskryf. Die versamelde monsters is deur 'n dubbelgevoude kaasdoek gefiltreer en die pH onmiddellik hierna met 'n draagbare digitale meter geneem. Preservering vir ontleding van vlugtige vetsure volgens Wilke (1979),* het geskied deur die byvoeging van 10 ml kwikchloried by 70 ml rumenvloeistof en spoedige bevriesing. Preservering vir die ontleding van ammoniak-konsentrasie is gedoen volgens die metode van Kemmink soos deur De Waal (1979) beskryf.

3.2.2 Massabepalings

Alle proefdiere is binne 24-uur na kalf geweeg en hierna is die massas weekliks, so na as moontlik aan 08h00, bepaal. Bykomstig hierby is die verteringsdiere direk voor en na 'n verteringsperiode geweeg.

Tyd- perk	Dae	Tye																							
		01h 15	02h 15	03h 15	04h 15	05h 15	06h 15	07h 15	08h 15	09h 15	10h 15	11h 15	12h 15	13h 15	14h 15	15h 15	16h 15	17h 15	18h 15	19h 15	20h 15	21h 15	22h 15	23h 15	24h 15
A	1	X				X				X				X				X						X	
	2		X				X				X				X				X					X	
B	3			X				X			X					X				X				X	
	4				X				X			X					X				X				X
	"Proefdag"	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

A en B: Perodes binne die waarnemingsperiode waarin rumenvloeistof geneem is (sien Figuur 3.3)
 X: Neem van rumenvloeistof

Figuur 3.6 Die skedule waarvolgens rumenvloeistofmonsters gedurende elke proefperiode geneem is

3.2.3 Skeikundige ontledings

3.2.3.1 Droëmateriaal

Die droëmateriaalinhoud van die voer (lusern en kragvoer) en die mismonsters is bepaal deur die monsters by 100°C tot 'n konstante massa te droog.

3.2.3.2 Ruproteïen

Stikstofbepalings op voer, mis en urine is volgens die Kjeldahlmetode (A.O.A.C., 1970) uitgevoer. Ruproteïen is bereken deur die persentasie stikstof met 6,25 te vermenigvuldig.

3.2.3.3 Neutraal-onoplosbare vesel (NDF)

Die neutraal-onoplosbare vesel ontledingsmetode verdeel dierevoer in twee fraksies, die oplosbare of beskikbare selinhoud en die minder verteerbare selwande. Die selwande bestaan uit sellulose en hemi-sellulose wat slegs deur ensieme van die organismes in die spysverteringskanaal afgebreek word asook lignien en suuronoplosbare as. Laasgenoemde twee bestanddele het geen bekende voedingswaarde vir die herkouer nie. Die neutraal-onoplosbare veselmetode (Van Soest & Wine, 1967) is deurgaans gebruik om die selwandfraksie in voer en mis te bepaal.

3.2.3.4 Organiese materiaal

Die organiese materiaalinhoud is bepaal deur die voer en mismonsters by 550°C vir drie uur te veras.

3.2.3.5 Ammoniakkonsentrasie

Die NH₃-konsentrasie in rumenvloeistofmonsters is bepaal volgens die MgO-metode van Kemmink (1964) soos deur De Waal (1979) beskryf.

3.2.3.6 Kortketting vlugtige vetsure

Die C₂ tot C₅ vlugtige vetsuurkonsentrasies van die rumenvloeistof is met behulp van 'n Hewlett Packard 5790A, Serie A, gaschromatograaf bepaal.

Die rumenvloeistof is vooraf teen 500 opm uitgeswaai om die vloeistof van alle partikels en bakterieselle te skei. 'n Glaskolom van 1,2 m lank en 2 mm binnedeursnit, wat met 10% SP-1200/1% H₃PO₄ op 80/100 chroomabsorpsie W.A.W. gepak is, is gebruik. Stikstof is as draergas teen 30 ml per minuut aangewend. Die kolomtemperatuur was 125°C met 'n retensietyd van 9 tot 11 minute. 'n Monstergrootte van 1,5 µl rumenvloeistof is met 'n outomatiese monsterapparaat (Varian Aerograaf, 8000) geneem. Die konsentrasie vetsure wat in die rumenvloeistof was, is direk met behulp van 'n intergreerder wat aan die

chromatograaf gekoppel was, en deur die gebruik van 'n eksterne standaard bepaal.

3.2.3.7 Melksamestelling

Bottervet-, proteïen- en laktosekonsentrasie in melk is met behulp van 'n Milko-Scan 104, Tipe 19900 outomatiese melkkanaliseerder, infrarooilig-metode (A.O.A.C., 1980) uitgevoer.

HOOFSTUK 4

RESULTATE EN BESPREKING: VERTERINGSSTUDIE

In die bespreking van die resultate sal die metabolisme daarvan en die verwante faktore wat dit beïnvloed eers uiteengesit word. Daarna sal die verkreë resultate van die huidige studie in die lig van bogenoemde faktore en ander ondersoeke na frekwente voeding, bespreek word.

In Tabel 4.0 word die benaming van die verskillende groepe diere, volgens peil van melkproduksie en frekwensie van kragvoervoeding per 24-uur, vir verdere gebruik in die bespreking aangedui.

4.1 SKYNBARE VERTEERBAARHEID

Die verteerbaarheid van 'n voer kan gedefiniëer word as daardie fraksie wat nie in die mis uitgeskei word nie en dus waarskynlik deur die dier geabsorbeer word (eindprodukte van vertering). Oor die algemeen word verteerbaarheid op vogvrye basis en as 'n persentasie (skynbare verteringskoëffisiënt) uitgedruk (McDonald, Edwards & Greenhalgh, 1973).

Tabel 4.0 Die benaming van die verskillende groepe diere volg ens peil van melkproduksie en frekwensie van kragvoervoeding per 24 uu

Hoë produseerders (HP)		Laer produseerders (LP)	
Frekwensie van kragvoervoeding	Benaming van die groep diere	Frekwensie van kragvoervoeding	Benaming van die groep diere
2/D	HP 2/D	2/D	LP 2/D
4/D	HP 4/D	4/D	LP 4/D
8/D	HP 8/D	8/D	LP 8/D

1. 2/D, 4/D en 8/D dui onderskeidelik op twee-, vier- en agtkeer kragvoervoeding per 24-uur

Volgens Shriver et al. (1986) is verskille in verteerbaarheid 'n hoofbron van variasie tussen voere. Hoë en lae produserende melkkoeie is egter relatief homogeen ten opsigte van die vermoë om 'n sekere voer of rantsoen by 'n vasgestelde voedingsvlak te verteer (MacLeod, Batra, Burnside & Stone, 1976; Trigg & Parr, 1981; Bauman et al., 1985). Vertering van 'n sekere voer word dus nie deur seleksie vir hoër melkproduksie, as sulks, beïnvloed nie. Hierdie komponent van produktiewe doeltreffendheid word egter deur ander faktore beïnvloed en die moontlikheid om die vertering van 'n rantsoen deur voer- en bestuurspraktyke te verbeter, is uitstekend (Bauman et al., 1985).

4.1.1 Faktore wat rantsoenverteerbaarheid beïnvloed

Verteerbaarheid van die DM of energie in 'n rantsoen word bepaal deur faktore soos chemiese samestelling van dierantsoen, DMI en die tipe en graad van prosessering (ARC, 1984).

4.1.1.1 Chemiese samestelling

Die voorsiening van energie is 'n belangrike faktor wat die aktiwiteit van mikrobies in die rumen beïnvloed (Hungate, 1966; ARC, 1980). Ten opsigte van die chemiese samestelling van 'n rantsoen sal veselinhoud veral die verteerbaarheid beïnvloed (Hodgson, 1982; Van Soest, 1983).

Dit word onderstreep deur die feit dat 'n verhoging van die kragvoerinhoud van die rantsoen met 'n verhoging in totale verteerbaarheid gepaard gaan. Daarenteen onderdruk 'n verhoging in die ruvoerinhoud van die rantsoen die verteerbaarheid van alle voedingskomponente (Broster et al., 1985).

Ammoniak afkomstig van proteïene en ander N-bevattende bestanddele is die hoofbron van stikstof vir mikrobiële proteïensintese (Buttery, 1977). 'n Tekort aan stikstof op mikrobevlak sal tempo van vertering in die rumen verlaag (Poos, Bull & Hemken, 1979). Die verteerbaarheid van DM, proteïen en vesel (Barrio et al., 1986; Shriver et al., 1986) word dan, weens 'n afname in die hoeveelheid rumenbakterië (Orskov, 1982a) onderdruk. Die stikstofinhoud van 'n rantsoen moet dus die maksimum fermentasie van koolhidrate bewerkstellig.

Onder sekere voedingspraktyke kan 'n tekort aan ander mikrobiële groeifaktore soos minerale en vitamïene, ook vertering onderdruk.

Die chemiese samestelling van rantsoenkomponente (ruvoer en kragvoer) wat aan die twee produksiegroepe binne laktasiestadiums verskaf is, word in Tabela 4.1 en 4.2 aangetoon. Eweneens word melkproduksie vir vergelykende doeleindes aangegee. VE- en ME-inhoud is bereken vanaf die

Tabel 4.1 Chemiese samestelling, (vogvrye basis) van die rantsoenkomponente verskaf aan hoë produserende melkkoeë

Item	Vroeë laktasie			Midlaktasie			Laatlaktasie		
	2/D ¹	4/D ²	8/D ³	2/D	4/D	8/D	2/D	4/D	8/D
Melkproduksie (kg/dag)	31.37	28.79	32.69	19.24	26.97	25.59	15.26	16.84	17.71
Droëmaterieëinhoud (%)									
Chemiese samestelling									
Ruvoer	89.12	88.71	88.73	92.12	92.42	93.11	90.81	90.90	90.33
Kragvoer	89.98	90.82	90.79	91.70	91.94	92.32	90.63	91.35	91.42
Gemiddeld ⁴	89.61	89.77	89.85	91.95	92.25	92.82	90.77	90.99	90.55
Organiesematerieëinhoud (%)									
Ruvoer	91.77	91.38	91.38	91.13	91.15	90.30	90.68	89.77	91.02
Kragvoer	94.09	94.40	94.39	91.16	91.29	91.39	91.28	91.09	91.40
Gemiddeld	93.10	92.90	93.01	91.14	91.20	90.70	90.79	90.03	91.10
Ruproteïëinhoud (%)									
Ruvoer	16.08	16.69	16.70	14.23	15.15	14.83	15.56	15.46	15.19
Kragvoer	14.23	14.57	14.56	15.54	15.33	16.15	15.52	15.42	16.25
Gemiddeld	15.01	15.62	15.54	14.73	15.21	15.32	15.55	15.45	15.41
Energie-inhoud (MJ/kg)									
Verteerbare energie ⁵	11.73	11.84	12.23	11.93	12.45	12.10	12.16	12.54	12.55
Metaboliseerbare energie ⁵	10.43	10.52	10.87	10.60	11.07	10.76	10.80	11.14	11.16
Veselinhoud (NDF) ⁶ (%)									
Ruvoer	52.28	52.49	52.49	51.29	49.88	51.87	48.64	52.11	48.55
Kragvoer	18.40	19.18	19.10	22.78	20.34	20.96	22.48	21.60	20.26
Gemiddeld	32.83	35.71	34.41	40.21	39.54	40.40	43.53	46.21	42.81
Proteïen/Energie indeks	10.76	11.01	10.66	10.22	10.01	10.44	10.24	9.87	9.85

1. Twee keer/dag kragvoer

2. Vier keer/dag kragvoer

3. Agt keer/dag kragvoer

4. Bereken op massabasis

5. Bereken vanaf verteerbare organiesematerieëinhoud verkry in die verteeringsproef

6. Neutraal - onoplosbare vesel

7. Rumendegraderbare proteïenkonsentrasie (g/kg) per metaboliseerbare energiekonsentrasie (MJ/kg) (ARC, 1980)

Tabel 4.2 Chemiese samestelling (op vogvrye basis) van die rantsoenkomponente verskaf aan laer produseerende melkkoeie

Item	Vroeë laktasie			Midlaktasie			Laatlaktasie		
	2/D ¹	4/D ²	8/D ³	2/D	4/D	8/D	2/D	4/D	8/D
Melkproduksie (kg/dag)	26.52	26.72	24.25	17.74	19.09	19.00	12.48	13.03	13.30
Chemiese samestelling									
Droemateriaalinhoud (%)									
Ruvoer	88.80	88.71	88.72	91.48	90.85	91.54	90.39	90.45	90.54
Kragvoer	90.95	90.82	90.80	92.58	92.55	92.43	91.27	91.81	90.96
Gemiddeld	89.82	89.91	89.66	91.86	91.38	91.86	90.54	90.68	90.62
Organiese materiaalinhoud (%)									
Ruvoer	91.35	91.38	91.36	89.99	91.38	91.83	91.00	89.50	90.78
Kragvoer	94.10	94.40	94.39	92.20	90.07	91.63	92.12	92.27	91.54
Gemiddeld	92.66	93.10	92.73	90.74	90.97	91.76	91.19	89.97	90.92
Ruproteïëinhoud (%)									
Ruvoer	16.73	16.69	16.68	15.31	14.54	13.42	16.00	15.98	16.27
Kragvoer	14.83	14.57	14.60	15.09	16.48	15.86	15.75	15.50	15.67
Gemiddeld	15.82	15.48	15.74	15.23	15.14	14.29	15.96	15.89	16.15
Energie-inhoud (MJ/kg)									
Verteerbare energie ⁵	12.01	12.42	12.17	12.94	11.91	12.76	12.59	11.38	12.24
Metaboliseerbare energie ⁵	10.68	11.04	10.82	11.50	10.59	11.34	11.19	10.11	10.88
Veselinhoud (NDF) ⁶ (%)									
Ruvoer	52.47	52.49	52.00	48.60	49.44	51.21	49.60	51.68	46.72
Kragvoer	19.25	19.18	19.50	19.50	20.39	20.23	20.55	19.85	21.47
Gemiddeld	36.64	33.54	37.32	38.64	41.06	40.15	44.75	46.32	42.01
Proteïen/Energie indeks	11.12	10.39	10.97	10.10	10.91	9.53	11.15	12.29	11.58

1. Twee keer/dag kragvoer

2. Vier keer/dag kragvoer

3. Agt keer/dag kragvoer

4. Bereken op massabasis

5. Bereken vanaf verteerbare organiese materiaalinname verkry in die verteringsproef

6. Neutraal - onoplosbare vesel

7. Rumendegraderbare proteïenkonsentrasie (g/kg) per metaboliseerbare energiekonsentrasie (MJ/kg) (ARC, 1980)

verteerbare organiesemateriaalinname (organiesmateriaalinname vermenigvuldig met organiese materiaalverteerbaarheid) soos in die verteringstudies verkry. Die volgende vergelykings soos deur Engels & Malan (1975) bepaal, is vir hierdie doel aangewend:

$$\text{VE-inname (kJ/dag)} = 2696,3 \text{ VOMI} - 4,848 \text{ (r = 0,99)}$$

$$\text{ME-inname (kJ/dag)} = 12,975 \text{ VOMI} + 792,662 \text{ (r = 0,994)}$$

Geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verskille in die chemiese rantsoensamestelling het, binne laktasiestadiums tussen behandelings, by beide produksiegroepe voorgekom nie.

Metaboliseerbare energiekonsentrasies gedurende vroeë en midlaktasie moet volgens Owen (1975), Sawers (1977) en Rickaby (1979) tussen 10 en 12 MJ ME/kg val om aan die voedingstofbehoefte, volgens die verkreeë melkproduksies (Tabelle 4.1 en 4.2) te voldoen. Die verskaffing van energie gedurende vroeë en midlaktasie (Tabelle 4.1 en 4.2) was dus voldoende, maar volgens die norme (8,0 tot 10,5 MJ ME/kg) van bogenoemde outeurs was energie gedurende laatlaktasie in sekere gevalle effens oorvoorsien.

Rickaby (1979) wys daarop dat koeie met 'n daaglikse melkproduksie van 30 en 20 kg, onderskeidelik 16 en 14% ruproteïen (RP) in die rantsoen benodig. Volgens laasgenoemde outeur is dit in ooreenstemming met National

Research Council (1971) wat 'n RP-konsentrasie van 15% aanbeveel vir koeie wat 20 tot 30 kg melk per dag lewer. Volgens Roffler & Thacker (1983) het 'n verlagings in die ruproteïëinhoud van melkbeesrantsoen vanaf 17 na 13% 'n vermindering in DMI tot gevolg. Hierdie vermindering was met die verlagings in verteerbaarheid van die rantsoen, gekorreleerd. Geen vermindering in DMI of melkproduksie (gemiddeld 30,2 kg/dag) is egter ondervind toe die ruproteïëinhoud van die rantsoen vanaf 17 na 15% verlaag is nie. Die HP-diere in die huidige studie het gedurende vroeë laktasie gemiddeld 30,95 kg melk per dag geproduseer, terwyl die gemiddelde produksie van al die ander groepe diere 25,8 kg en laer was. Die gemiddelde proteïenkonsentrasie in die proefrantsoene gedurende die onderskeie laktasiestadiums was volgens Tabelle 4.1 en 4.2 met enkele uitsonderings 15% en hoër. Derhalwe is daar oor die algemeen aan die proteïenbehoefte van die melkkoeie voldoen. Volgens Rickaby (1979) sou 14% RP voldoen het aan die behoeftes van die HP-(16,60 kg melk per dag) en LP-(12,93 kg melk per dag) diere gedurende laatlaktasie. Volgens ARC (1980) word 7,8 keer soveel rumendegraderbare proteïen (g/kg) as MJ ME/kg benodig om maksimum fermentasie van koolhidrate te onderhou. Die berekende proteïen/energie indeks (Tabelle 4.1 en 4.2) van alle behandelings het aan hierdie norm voldoen.

4.1.1.2 Voerinname

Dit word algemeen aanvaar dat die inname van 'n rantsoen die verteerbaarheid daarvan beïnvloed (Flatt, 1966; Broster, 1972; Bath, 1985; Baumann et al., 1985). Die belangrikste rede vir 'n hoër voerinname is 'n hoër tempo van deurgang deur die spysverteringskanaal wat 'n verlaagde verteerbaarheid veroorsaak (Kaufmann et al., 1980; Eliman & Orskov, 1984a; Woodford et al., 1986) Die verteerbaarheid van ruvoer- en gemengde rantsoene (Waldo, 1986) neem in die rumen (Zinn en Owens, 1983) en deur die laer spysverteringskanaal (Tyrrell & Moe, 1975) af, soos die inname daarvan styg. Dit is as gevolg van 'n afname in verteerbaarheid van veral die selwande of veselfraksie (Moe, 1981; Waldo, 1986), maar ook die oplosbare of styselfraksie (Tyrrell & Moe, 1974). Veselinname het ook 'n belangrike invloed of fermentasiepatroon en mikrobe-eindprodukte wat in die rumen geproduseer word (Hungate, 1966; Tyrrell, 1980). Die relatief laer fermentasietempo met hoër veselinname (McCullough, 1976) beïnvloed die effektiwiteit waarmee 'n rantsoen benut word (Tyrrell en Moe, 1974; Moe, 1981).

Die lewendemassa en daaglikse voerinname van die onderskeie produksiegroepe (HP en LP) gedurende die verteringstudies word in Tabela 4.3 en 4.4 aangedui. Gedurende die verteringsstudies het die HP proefdiere, wat kragvoer in vier of agt daaglikse porsies ontvang het, slegs in een

Tabel 4.3 Lewende massa en daaglikse voerinnam van die hoë produserende melkkoeie gedurende die verteringsstudies in die verskillende stadiums van laktasie

Item	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	2/D ¹	4/D ²	8/D ³	SF ⁴	KV% ⁵	2/D	4/D	8/D	SF	KV%	2/D	4/D	8/D	SF	KV%
Massa (kg)															
Lewend	494.33	492.50	488.00	+ 7.22	1.47	521.33	527.67	533.17	+ 8.02	1.52	553.00	555.17	542.33	+ 8.79	1.60
Metabolies (w 0.75kg)	104.78	104.47	103.78	+ 1.19	1.14	109.12	110.07	110.93	+ 1.32	1.20	114.01	114.36	112.35	+ 1.38	1.22
Droëmateriaalinname (kg)															
Ruvoer	9.13	10.81	10.49	+ 2.46	24.25	14.16	17.63	16.48	+ 1.98	12.30	17.54	18.77	18.90	+ 1.41	7.69
Kragvoer	12.30	10.97	12.39	+ 0.48	4.07	9.00	9.49	9.73	+ 0.85	9.08	4.26	4.50	4.81	+ 0.57	12.54
Totaal	21.43	21.78	22.88	+ 2.34	10.61	23.16	27.12	26.21	+ 2.61	10.23	21.80	23.27	23.71	+ 0.91	3.95
Totaal/kg lewende massa (g)	43.76	44.27	47.41	F	F	44.65	51.69	49.17	+ 4.65	9.58	39.64	42.07	43.90	F	F
Totaal/kg metaboliese massa (g)	205.76	208.37	222.09	F	F	212.99	247.35	236.20	+22.61	9.74	191.93	204.00	211.56	F	F
Organiese materiaalinnam (kg)															
Ruvoer	8.38	9.87	9.59	+ 2.24	24.12	12.91	16.07	14.89	+ 1.97	13.50	15.89	16.85	17.20	+ 1.26	7.58
Kragvoer	11.57	10.36	11.69	+ 0.42	3.78	8.20	8.66	8.89	+ 0.68	7.93	3.89	4.10	4.40	+ 0.54	13.14
Totaal	19.95	20.23	21.28	+ 2.13	10.40	21.21	24.73	23.78	+ 2.42	10.45	19.78	20.95	21.60	F	F
Ruproteïeninnam (g)															
Ruvoer	1463.0	1816.5	1751.1	+438.5	26.15	2002.2 ^a	2668.4 ^b	2431.9 ^b	+102.17	4.32	2739.5	2900.5	2869.2	+193.8	6.83
Kragvoer	1750.8	1598.4	1805.5	F	F	1399.5	1457.1	1572.9	+215.7	14.61	666.7	697.6	783.1	+106.7	14.90
Totaal	3213.8	3414.9	3556.6	+420.4	12.38	3401.7	4125.5	4004.8	+176.4	4.59	3406.2	3598.1	3652.3	+194.1	5.46
Energie-inname															
Verteerbare energie-inname ⁶ dag (MJ)	250.68	258.62	279.20	+31.74	12.07	276.36	337.34	317.54	+46.43	14.96	264.83	291.30	297.71	+13.95	4.90
Veselinname (NDF) ⁷ (kg)															
Ruvoer	4.71	5.67	5.50	+ 1.16	22.99	7.26	8.79	8.55	+ 1.16	14.76	8.53	9.78	9.17	+ 1.49	16.49
Kragvoer	2.26	2.10	2.36	+ 0.08	3.49	2.05	1.96	2.04	F	F	0.96	0.97	0.97	+ 0.02	1.73
Totaal	6.97	7.77	7.86	+ 1.15	15.87	9.31	10.75	10.59	+ 1.55	15.67	9.49	10.75	10.14	+ 1.49	14.88

1. Twee keer/dag kragvoer

2. Vier keer/dag kragvoer

3. Agt keer/dag kragvoer

4. Standaardfout van die gemiddelde

5. Koëffisiënt van variasie

6. VE vanaf verteringsproef

7. Neutraal-onoplosbare vesel

a, b Gemiddeldes in dieselfde reël met verskillende boskrifte verskil

betekenisvol ($P \leq 0.05$)

F Nie-parametriese toetse uitgevoer

Tabel 4.4 Lewendemassa en daaglikse voerinnam van die laer produserende melkkoeie gedurende die verteringsstudies in die verskillende stadiums van laktasie

Item	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	2/D ⁷	4/D ²	8/D ³	SF ⁴	KV% ⁵	2/D	4/D	8/D	SF	KV%	2/D	4/D	8/D	SF	KV%
Massa (kg)															
Lewend	499.67	488.67	498.50	± 9.11	1.84	516.33	508.00	510.67	±12.35	2.41	519.00	525.33	525.67	±14.37	2.75
Metabolies	105.68	103.91	105.48	± 1.41	1.35	108.31	107.00	107.42	± 1.95	1.81	109.20	109.72	109.78	F	F
Droëmaterialeinnam (kg)															
Ruvoer	10.57	8.12	10.85	± 0.80	8.18	11.50	13.99	13.71	± 1.12	8.58	16.86	17.38	16.69	± 1.95	11.50
Kragvoer	9.62	10.51	8.94	± 1.41	14.46	5.98	6.28	7.61	F	F	3.38	3.52	3.83	± 0.62	17.39
Totaal	20.19	18.62	10.79	± 1.66	8.49	17.48	20.27	21.32	± 0.99	5.05	20.24	20.90	20.52	± 2.57	12.51
Totaal/kg lewende massa (g)	40.43	38.49	39.67	± 3.72	9.41	33.57	39.80	41.70	± 1.79	4.67	38.70	39.78	39.06	± 4.14	10.55
Totaal/kg metaboliese massa (g)	191.12	180.94	187.46	±17.04	9.14	160.37	189.04	198.29	± 8.58	4.70	185.06	190.44	187.00	±20.59	10.98
Organiesematerialeinnam (kg)															
Ruvoer	9.65	7.41	9.91	± 0.74	8.22	10.35	12.78	12.59	± 1.10	9.22	15.31	15.55	15.16	± 1.80	11.71
Kragvoer	9.05	10.11	8.44	± 1.35	14.68	5.53	5.67	6.99	F	F	3.12	3.24	3.50	F	F
Totaal	18.70	17.52	18.35	± 1.59	8.76	15.88	18.45	19.58	± 0.87	4.84	18.43	18.79	18.66	± 2.37	12.70
Ruproteïeninnam (g)															
Ruvoer	1784.7	1357.4	1828.5	±133.5	8.06	1755.5	2042.3	1821.8	±151.8	8.10	2706.8	2773.8	2709.7	±225.2	8.25
Kragvoer	1424.5	1559.5	1303.8	±189.0	13.22	901.0	1034.4	1199.1	±148.3	14.19	533.4	552.3	602.6	±105.4	18.72
Totaal	3209.2	2916.9	3132.3	±208.9	6.77	2656.5	3076.7	3020.9	±285.5	9.78	3240.2	3325.8	3312.3	±148.4	4.51
Energie-innam															
Verteerbare energie-innam ⁶ dag (MJ)	242.24	234.65	242.96	±33.37	13.91	218.45 ^a	241.98 ^a	272.36 ^b	± 7.45	3.05	254.59	239.95	252.37	±51.01	20.49
Vesalinnam (NDF) ⁷ (kg)															
Ruvoer	5.54	4.26	5.64	± 0.41	8.33	5.59	6.91	7.02	± 0.64	10.20	8.63	8.98	7.80	± 1.84	21.89
Kragvoer	1.85	2.05	1.74	± 0.29	16.12	1.16	1.41	1.53	± 0.15	11.48	0.70	0.70	0.82	± 0.11	15.38
Totaal	7.39	6.31	7.38 ^b	± 0.28	4.15	6.75	8.32	8.55	± 0.55	7.19	9.33	9.68	8.62	± 1.89	20.71

1. Twee keer/dag kragvoer

2. Vier keer/dag kragvoer

3. Agt keer/dag kragvoer

4. Standaardfout van die gemiddelde

5. Koëffisiënt van variasie

6. VE vanaf verteringsproef

7. Neutraal-onoplosbare vesel

a, b Gemiddeldes in dieselfde reël met verskillende boskryfte
verskil betekenisvol (P < 0.05)

F Nie-parametriese toetse uitgevoer

geval (ruproteïenname tydens midlaktasie) 'n betekenisvolle ($P \leq 0,05$) hoër voedingstofname as die 2/D-diere getoon. Die frekwent gevoerde HP proefdiere het egter deurgaans 'n neiging tot 'n hoër DMI as die 2/D-diere getoon. Hierdie neiging kan hoofsaaklik aan 'n hoër ruvoername toegeskryf word. Die nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) hoër ruvoername, in vergelyking met die van die ooreenstemmende 2/D-diere, het ten spyte van 'n geringe verhoging in kragvoername (HP 4/D in vroeë laktasie uitgesluit) voorgekom. Verder blyk dit dat die oorskakeling in kragvoerfrekwensie van twee na vier keer per dag het ten opsigte van alle innameparameters (vroeë laktasie uitgesluit), oor die algemeen 'n groter reaksie getoon as die oorskakeling van vier na agt keer kragvoer per dag. Die grootste reaksie in voername weens 'n hoër voerfrekwensie het gedurende midlaktasie voorgekom. Tydens hierdie periode het die HP 4/D- en HP 8/D-diere betekenisvol ($P \leq 0,05$) meer ruproteïen via ruvoer ingeneem. In vergelyking met die ander stadia van laktasie was die koëffisiënt van variasie ten opsigte van ruproteïenname egter gedurende midlaktasie relatief laag. Dit het waarskynlik tot die betekenisvolle verskil bygedra.

Slegs enkele betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verskille ten opsigte van voedingstofname het tussen behandelings by die LP-diere (Tabel 4.4) voorgekom. Gedurende vroeë laktasie het die LP 4/D-diere betekenisvol minder neutraal-onoplosbare

vesel as die ander behandelings ingeneem, terwyl die LP 8/D-diere gedurende midlaktasie betekenisvol ($P \leq 0,05$) meer verteerbare energie as die 2/D- en 4/D-diere ingeneem het. In laasgenoemde geval het 'n hoër kragvoeriname (1,63 kg/dag meer as die 2/D-diere) onder andere tot hierdie verskil bygedra. 'n Noemenswaardige neiging tot hoër ruvoer - en dus totale voeriname weens frekwente kragvoervoeding by die LP-diere is, in teenstelling met die HP-diere, slegs gedurende midlaktasie gevind. Die optimum verbetering in inname weens frekwente kragvoervoeding gedurende midlaktasie het soos by die HP-diere, by die LP 4/D-diere voorgekom. Die reaksie in voeriname was egter nie so duidelik waarneembaar as by die HP-diere nie.

Alhoewel nie statisties betekenisvol nie, kon hierdie verskille by veral die HP-groepe moontlik die verteerbaarheid van die rantsoen beïnvloed het. Die verdeling (frekwente voeding) van die daaglikse hoeveelheid kragvoer het 'n verhoging in daaglikse DMI, bo die van die 2/D-diere, van tot 15,13% (HP-diere gedurende midlaktasie) tot gevolg gehad. Coppock (1985) verklaar in die verband dat die afname in verteerbaarheid as gevolg van 'n verhoging in voeriname, veral by hoë produseerders, 'n realiteit is. Tyrrell & Moe (1975) het gevind dat die verteerbaarheid van volledige melkbeesrantsoene met vier persentasie eenhede per eenheid toename in voedingsvlak (meervoud van onderhoudsbehoefte) afgeneem het. Daar is egter 'n interaksie

tussen afname in verteerbaarheid weens 'n hoër voeriname en die hoeveelheid en fermenteerbaarheid van die kragvoerfraksie (ARC, 1965; Moe, 1981; Sutton, 1985). 'n Groter afname in verteerbaarheid word deur hoër innames van kragvoerryke rantsoene veroorsaak. Normaalweg gaan 'n verhoging in die inname van 'n rantsoen ook met 'n groter afname in verteerbaarheid van vesel as stysel gepaard (Moe, 1981; Waldo, 1986). Dit blyk hieruit dat die vinniger deurvloei van rantsoene deur die spysverteringskanaal (dus hoër voerinnames) met 'n laer verteerbaarheid van veral die ruvoerfraksie (vanweë hoër kragvoeriname) geassosieër word. Hoër innames van ruvoer, in ru- en kragvoerrantsoene, word egter ook met 'n verhoogde veselvertering geassosieër (Kaufmann, 1976). Dit mag die gevolg wees van 'n kleiner invloed van die kragvoerfraksie op ruvoervertering. Die hoër DMI in die huidige studie is hoofsaaklik deur hoër ruvoerinnames teweeggebring. Hierdie hoër ruvoerkonsentrasie in die proefrantsoene kon moontlik met 'n verhoogde veselvertering gepaard gegaan het. Daarenteen kon die hoër ruvoerkonsentrasie (veselinhoud) die verteerbaarheid van die totale rantsoen nadelig beïnvloed het (kyk ook 4.1.2 tot 4.1.2.3).

4.1.1.3 Voerprosessering

'n Korter retensietyd en dus 'n gepaardgaande laer vertering in die rumen word deur prosessering van voorbestanddele

meegebring. Omdat min of geen ensimatiese vertering van vesel in die laer spysverteringskanaal plaasvind (Thomas & Rook, 1977) word vesel in 'n groter mate as ander voerbestanddele deur 'n vinniger deurgangstempo benadeel. Lusernhooi in grof gekerfde vorm (25 mm) is tydens hierdie studie ad lib. aan die koeie in alle behandelings verskaf. Geen verskil in rantsoenvertering as gevolg van voerprosessering is dus tussen behandelings verwag nie.

'n Verhoogde rantsoenverteerbaarheid veroorsaak dat die voedingswaarde per eenheid voer styg (Broster, 1980). Kaufmann (1976) en Rees & Rowlinson (1985) het gevind dat die netto energie wat die dier, onder hierdie omstandighede, van 'n rantsoen verkry, verhoog. 'n Verbeterde melkproduksie soos gevind deur Broster (1980) en Clark & Davis (1983), is die gevolg van hierdie doeltreffender energieverbruik (Cambell & Merilan, 1961; Baumann et al., 1985; Sutton et al., 1985). 'n Verhoogde voerinname is 'n algemene gevolg van 'n hoër rantsoenverteerbaarheid (Campling, 1970; Bines, 1971; Broster, 1972; Thornton & Minson, 1972, 1973; ARC, 1980; Clark & Davis, 1983; Jarrige, 1986; Waldo, 1986), wat ook tot 'n verbeterde melkproduksie mag lei.

Die verteerbaarheid van voere word gewoonlik bepaal in nie-produiserende diere wat relatief klein hoeveelhede voer inneem. Die verteringskoeffisiënte wat op die manier verkry

word, kan egter nie sondermeer op hoë produserende koeie wat groot hoeveelhede voer inneem van toepassing gemaak word nie (Neitz, 1974). In die huidige studie het die proefkoeie die verterings- en produksiefases gelyktydig deurloop (kyk 3.1.5), en was die vertering en produksiedata dus vergelykbaar.

4.1.2 Skynbare verteerbaarheid

Die meeste studies aangaande die invloed van voerfrekwensie op verteerbaarheid van voere is met skape of nie-lakterende beeste uitgevoer. In proewe met nie-lakterende beeste het Mohrman, Albert, Newman & Mitchell (1959) 'n betekenisvol hoër verteerbaarheid van stikstof en energie waargeneem indien vier in plaas van een keer per dag gevoer is. Satter & Baumgardt (1962) het ook 'n neiging tot hoër verteerbaarheid met frekwente voeding waargeneem toe nie-lakterende beeste twee, vier of agt keer per dag gevoer is. Graham (1967) wat skape een of agt keer per dag gevoer het, kom tot die gevolgtrekking dat frekwente voeding primêr die verteerbaarheid van veselagtige komponente maar ook ruproteïen verhoog. In ander proewe met beeste (Ward & Nomani, 1967; Hillier, Perry, Pearl & Beeson, 1968) en skape (Blaxter, Graham & Wainman, 1956; Rhodes & Woods, 1962; Roth & Kirchgessner, 1976; Kirchgessner & Kellner, 1980) het die aantal daaglikse voedings geen betekenisvolle invloed op voerverteerbaarheid uitgeoefen nie. Ten spyte

van 'n paar gevalle van teenstrydige resultate in die literatuur kom Johnson (1980) tot die gevolgtrekking dat frekwensie van voervoorsiening van min belang is ten opsigte van verteerbaarheid indien die voedingsbehoefte van diere relatief laag is.

Riglyne uit die literatuur dui egter daarop dat dit moeilik is om tot 'n definitiewe gevolgtrekking te kom aangaande die invloed van frekwente voeding op rantsoenverteerbaarheid by intensief gevoerde lakterende diere. Die invloed van frekwente voeding in die huidige studie op die skynbare verteerbaarheid van die voedingsbestanddele in die rantsoene word in Tabelle 4.5 en 4.6 aangetoon. Geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verskille het tussen behandelings, by die HP- en LP-groepe, voorgekom nie.

4.1.2.1 Droë- en organiesemateriaal

By die HP-diere het daar oor die algemeen 'n nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) hoër skynbare DM-verteerbaarheid (Tabel 4.5) vanweë frekwente kragvoervoeding voorgekom. By die HP 4/D-groep gedurende vroeë laktasie, wat dieselfde totale daaglikse voerinname (DM) as die ooreenstemmende 2/D-groep getoon het, is geen verhoging in DM-verteerbaarheid egter gevind nie. Ten spyte van die nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) hoër DM-inname en ruvoerkonsentrasie van die rantsoen, vanweë frekwente kragvoervoeding, het daar oor die algemeen

Tabel 4.5 Die skynbare verteerbaarheid van voedingsbestanddele in die totale rantsoene by hoë produserende koeie gedurende die verskillende laktasiestadia

Item	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	2/D ¹	4/D ²	8/D ³	SF ⁴	KV% ⁵	2/D	4/D	8/D	SF	KV%	2/D	4/D	8/D	SF	KV%
Kragvoerpersentasie in rantsoen	57.40	50.37	54.15	-	-	38.86	34.99	37.12	-	-	19.54	19.34	20.29	-	-
Skynbare verteringskoeffisiënt:-															
Droëmateriaal (%)	63.80	63.60	65.97	+ 3.89	6.05	66.19	69.24	67.53	+ 3.88	5.74	67.13	70.84	69.35	+ 3.41	4.94
Organiesemateriaal (%)	64.96	65.72	67.76	+ 3.07	4.65	67.46	70.37	68.72	+ 3.52	5.11	69.04	71.80	71.02	+ 3.16	4.47
Ruproteïen (%)	64.31	68.80	69.08	F	F	67.99	72.34	70.62	+ 2.73	3.88	71.34	76.26	72.22	+ 3.32	4.53
Vesel (NDF) ⁶	41.84	41.38	48.68	+ 8.56	19.46	51.68	58.70	54.17	+ 8.35	15.22	53.21	60.37	57.86	+ 5.48	9.58

1. Twee keer/dag kragvoer
 2. Vier keer/dag kragvoer
 3. Agt keer/dag kragvoer
 4. Standaardfout van die gemiddelde
 5. Koeffisiënt van variasie
 6. Neutraal-onoplosbare vesel
- F Nie-parametriese toetse uitgevoer

Tabel 4.6 Die skynbare verteerbaarheid van voedingsbestanddele in die totale rantsoene by laer produserende koeie gedurende die verskillende laktasiestadia

Item	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	2/D ¹	4/D ²	8/D ³	SF ⁴	KV% ⁵	2/D	4/D	8/D	SF	KV%	2/D	4/D	8/D	SF	KV%
Kragvoerpersentasie in rantsoen	47.65	56.90	45.17	-	-	34.21	30.98	35.69	-	-	16.70	16.84	18.66	-	-
Skynbare verteringskoeffisiënte:-															
Droëmateriaal (%)	65.08	66.14	65.89	F	F	72.49	66.12	70.32	F	F	70.19	64.56	70.17	+ 8.48	12.43
Organiesemateriaal (%)	66.82	68.76	67.67	+ 4.62	6.82	73.52	67.39	71.71	F	F	71.24	65.26	69.36	F	F
Ruproteïen (%)	69.81	71.11	69.14	+ 4.71	6.72	70.58	71.32	71.96	F	F	76.98	72.89	77.00	+ 3.79	5.01
Vesel (NDF) ⁶	49.09	45.73	50.43	+ 4.59	9.48	59.20	45.69	56.75	F	F	59.92	52.96	53.06	+12.32	22.28

1. Twee keer/dag kragvoer
 2. Vier keer/dag kragvoer
 3. Agt keer/dag kragvoer
 4. Standaardfout van die gemiddelde
 5. Koeffisiënt van variasie
 6. Neutraal-onoplosbare vesel
- F Nie-parametriese toetse uitgevoer

'n geringe styging in die skynbare verteerbaarheid van die onderskeie voedingstowwe voorgekom. By die LP-diere het frekwente kragvoervoeding geen duidelike effek op die DM-verteerbaarheid uitgeoefen nie. Die OM-verteerbaarheid van die produksiegroepe (HP en LP) het dieselfde tendens as DM-verteerbaarheid gevolg. Cambell & Merilan (1961) het 'n betekenisvolle verhoging vanaf 51,59% tot 55,52% en 55,10% in DM-verteerbaarheid gevind toe 'n rantsoen (44,08% kragvoer) onderskeidelik twee, vier of sewe keer per dag aan lakterende koeie in vroeë en midlaktasie gevoer is. Die hoogste verteerbaarheid, by die HP-diere gedurende mid- en laat laktasie in die huidige studie, het soos in die geval van voerinnamme vier keer per dag voeding voorgekom. Die konsentrasie kragvoer in die huidige studie (43,62% kragvoer in rantsoene van HP en LP-diere) stem ooreen met dié wat deur Cambell & Merilan (1961) gebruik is. In ooreenstemming met die bevindinge van die huidige studie vind Van der Honing, Bangma, Hermann, Terluin, Thielen & Vogt (1976) soos aangehaal deur Johnson (1980) asook Garcia et al. (1980), met meer as 50% kragvoer in die rantsoene, slegs klein verskille in DM-verteerbaarheid met frekwente voeding. Sutton et al. (1985) het in 'n reeks proewe ('n vaste hoeveelheid ruvoer met 60 tot 90% kragvoer in rantsoene) gevind dat DM-, OM- en BE-verteerbaarheid soms by alle kragvoervlakke styg, maar in ander gevalle "onverklaard" dieselfde bly met 'n hoër kragvoerfrekwensie. Gedurende hierdie studie het 'n geringe verhoging in DM- en OM-

verteerbaarheid dan ook slegs by HP 8/D diere gedurende vroeë laktasie en die HP4- en 8/D-diere gedurende mid- en laatlaktasie voorgekom.

Verteerbaarheid van die rantsoene het by HP- en LP-diere geneig om toe te neem soos laktasies van vroeë na mid- en laatlaktasie gevorder het. Hierdie verskynsel het ten spyte van 'n afname in kragvoerrantsoenkonsentrasies oor dieselfde periode voorgekom, en is moeilik verklaarbaar.

Thompson (1973) het met skape, wat apart ru- en kragvoer ontvang het, gevind dat frekwente voeding die hoeveelheid onverteerde stysel wat die duodenum bereik, in 'n geringe mate (2,3 g/dag) verhoog het. Hierdie verskynsel en 'n hoër uitskeiding deur Brunner se kliere, duodenale epiteel en die pankreas (Harrison & Hill, 1962) kon volgens beide outeurs deur 'n hoër voeriname, wat met frekwente voeding gepaard gegaan het, verklaar word. In die huidige studie is die invloed van frekwente kragvoervoeding op die lokaliteit van vertering van DM of die verskillende DM-komponente, en moontlike gepaardgaande voordele, egter nie ondersoek nie.

4.1.2.2 Ruproteïen

'n Nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) styging in RP-verteerbaarheid weens meer frekwente kragvoervoeding het by die HP-diere (Tabel 4.5) voorgekom. Soos met DM-verteer-

baarheid het hierdie styging by die HP 8/D-diere gedurende vroeë laktasie en die HP 4/D- en HP 8/D-diere gedurende mid- en laatlaktasie voorgekom. Die verteerbaarheid van RP het geen verbetering, by die LP-diere getoon, indien kragvoer vier of agt in plaas van twee keer per dag verskaf is nie. Mohram et al. (1959) en Satter & Baumgardt (1962) het ook, soos by die HP-diere, 'n hoër verteerbaarheid van stikstof met nie-lakterende beeste as gevolg van frekwente voeding gevind. Volgens Huber & Kung (1981) word die toereikendheid van 'n proteïenbron vir die herkouer, onder andere deur die energie- tot stikstofverhouding, partikelgrootte en deurgangstempo deur die rumen, tipe proteïen en die fraksie rumendegraderbare proteïen bepaal.

Dit is bekend dat 'n groter beskikbaarheid van energie 'n aktief-groeiende en dus meer doeltreffende (in terme van mikrobeproteïensintese) mikrobepopulasie onderhou, terwyl 'n afname in beskikbare energie die tempo van fermentasie onderdruk (Russell & Hespell, 1981). Die nie-betekenisvol ($P \leq 0,05$) hoër VE- en ME-inhoude van frekvent gevoerde diere se rantsoene (Tabelle 4.1 en 4.2) kon moontlik tot die waargenome verhogings in RP-verteerbaarheid bygedra het. 'n Gunstiger rumen-omgewing (pH) kon egter ook waarskynlik 'n invloed uitgeoefen het.

Verteerbaarheid van stikstof verhoog soos rumen-pH van 5,8 na 6,2 styg (Shriver et al., 1986). 'n Gunstiger rumen-pH

word dikwels geassosiëer met frekwente kragvoervoeding. Soortgelyk is 'n beter in situ N-verteerbaarheid by hoë ruvoer- as by hoë kragvoerrantsoene gevind (Ganev, Orskov & Smart, 1979; Weakley, Stern & Satter, 1983). Aspekte rakende rumen-pH wat in hierdie studie gevind is word later bespreek.

Indien 'n hoër rumen-pH sellulose vertering bevorder, word proteïene van plantaardige oorsprong beter afgebreek, waarskynlik omdat klein hoeveelhede sellulose en hemisellulose plantaardige proteïene beskerm (Orskov, 1982a). Die proteïenaanvulling in hierdie ondersoek was hoofsaaklik van plantaardige oorsprong en 'n hoër sellulitiese mikrobe-aktiwiteit (pH-gekoppeld) kon waarskynlik betrokke gewees het. Proteïenoplosbaarheid, wat in sommige voere verbeter soos rumen-pH styg, kon ook tot die nie-betekenisvolle hoër verkreeë RP-verteerbaarheid bygedra het (Barrio et al., 1986).

Eliman & Orskov (1983) het gevind dat die deurvloei van proteïenaanvullings neig om toe te neem soos frekwensie van kragvoervoeding by melkkoeie styg. Coppock (1985) wys daarop dat die vertering van proteïenaanvullings meer doeltreffend in die laer spysverteringskanaal as in die rumen plaasvind. Die mening dat verdere studies aangaande die invloed van voerfrekwensie op die plek van proteïenvertering uitgevoer moet word, word deur Sutton

(1985) gehuldig. Geen besliste gevolgtrekking is dus tans aangaande hierdie aspek moontlik nie.

4.1.2.3 Neutraal-onoplosbare vesel (NDF)

Die herkouer se unieke fisiologie en simbiose met anaerobe bakterië maak die benutting van vesel moontlik. Die belang van vesel as voedselbron vir die herkouer sal na alle waarskynlikheid met tyd toeneem (kyk Hoofstuk 1). Kragvoer veroorsaak egter 'n verlaagde vesel- en spesifiek sellulosevertering (Gibson, 1984; Dixon, 1986). Dit word beskou as die belangrikste assosiatiewe effek (Orskov, 1982b; Miller & Muntfering, 1985) en dra by tot die verskynsel van verminderde meeropbrengs (Broster, 1972) (kyk ook 2.3.4). Deur hierdie assosiatiewe effek kan die verteerbaarheid van 'n volledige rantsoen met tot 12% en die verteerbare ruvoerfraksie met tot 40% onderdruk word (Orskov, 1982b). Indien kragvoer slegs 2 keer per dag aan melkkoeie verskaf word, word sellulosevertering vir etlike ure na kragvoervoeding verlaag. Volgens Van Soest (1983) en Gibson (1984) word sellulose vertering vir twee tot drie ure verlaag en mag selfs tot stilstand kom (Baldwin & Denham, 1979; Kaufmann *et al.*, 1980; Clark & Davis, 1983). Dit lei tot twee pieke in ruvoer- en twee pieke in kragvoerfermentasie oor 'n 24-uur periode (McCullough, 1976; Van Soest, 1983). Die inname van relatief groot hoeveelhede kragvoer binne 'n beperkte tyd (vir 20 minute na

melkwinning) veroorsaak dat stysel bykomend tot die basale rantsoen as energiebron vir mikro-organismes beskikbaar is (Terry et al., 1969). Organismes kan dan 'n keuse uitoefen en sommige toon 'n voorkeur of groter affinitiet vir graanstysel bo veselagtige koolhidrate (El-Shazly, Dehority & Johnson, 1961; Mertens & Loften, 1980). 'n Beperkte voedingsmedium (sellulose) weens lae ruvoerinnome na kragvoervoeding, verhoogde verdunningstempo van die rumenmedium, laer groeitempo en gevoeligheid vir 'n lae rumen-pH (Orskov, 1982a; Russell & Hespell, 1981) mag veroorsaak dat die aantal sellulitiese bakterië verminder (Hynd, 1984; Coppock, 1985; Shriver et al., 1986). Die sloerfase van ruvoerfermentasie verleng (Mertens & Loften, 1980) en die tempo van vertering van veselagtige voere neem af (Dixon, 1986). Die belangrikste is egter dat die potensiaal van ruvoer vertering verlaag. Dit vind plaas ten spyte van die feit dat die deurgangstempo van ruvoere deur die rumen, deur die aanvullende voeding van kragvoer vertraag word (Miller & Muntifering, 1985).

Die verteerbaarheid van 'n ruvoer deur herkouers is afhanklik van die verteerbaarheid van die individuele komponente (selinhoud en selwand) van daardie voer (Norton, 1982). Lucas (1964) soos aangehaal deur Van Soest (1983) het gevind dat alle selinhoud oor 'n reeks ruvoere (grasse en peulplante) hoogs verteerbaar is. Die gevolgtrekking dat die selinhoud van 'n voer 'n groot fraksie van die geredelik

beskikbare voedingstowwe verteenwoordig, terwyl die selwand relatief meer weerstand teen vertering bied, word deur Van Soest (1983) gemaak.

Koolhidrate van die selwand naamlik sellulose en hemi-sellulose, word deur ensieme van die mikro-organismes in die retikulo-rumen teen gelyke tempo's verteer (Minson, 1971) en is gedeeltelik voedsaam. Die ander belangrike fraksie van die selwand, lignien, en suur-onoplosbare as (silika) het geen bekende voedingswaarde vir die herkouer nie (Harris, 1970).

In die huidige ondersoek is 'n nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) hoër selwand-verteerbaarheid (NDF-verteerbaarheid) by die HP 8/D-diere gedurende vroeë laktasie en HP 4/D- sowel as HP 8/D-diere gedurende mid- en laatlaktasie, in vergelyking met die 2/D-diere, verkry. Dit is in ooreenstemming met die neiging tot hoër ruvoerinnames (Tabel 4.3) wat by hierdie behandelings gevind is (Kaufmann, 1976). By die HP 4/D-groep gedurende vroeë laktasie, wat geen verhoging in daaglikse DMI in vergelyking met die 2/D-groep getoon het nie, is geen verhoging in NDF- of DM-verteerbaarheid gevind nie. In hierdie ondersoek is NDF (selwande) die chemiese komponent wat die grootste (alhoewel nie-betekenisvol) reaksie op frekwente kragvoervoeding getoon het. Alhoewel tot 'n mindere mate het die ander chemiese komponente (DM, OM en RP) in ooreenstemming met NDF 'n verhoging in

verteerbaarheid vanweë frekwente voeding getoon. Dit is in ooreenstemming met die werk van Sutton et al. (1985). Die stelling van Graham (1967) dat frekwente voeding primêr die verteerbaarheid van veselagtige komponente verhoog, word tot 'n mate deur die bevindinge van die huidige studie ondersteun. In teenstelling met die HP-diere het frekwente kragvoervoeding geen duidelike invloed op NDF-verteerbaarheid by die LP-diere uitgeoefen nie. Betekenisvolle of nie-betekenisvolle verhogings in sellulose vertering weens frekwente voeding by melkkoeie word deur Kaufmann (1976), Sutton et al. (1985) en Istasse, Reid, Tait & Orskov (1986) gerapporteer. Rakes et al. (1957) vind egter dat frekwente voeding geen invloed op veselvertering uitgeoefen het nie. Hierdie bevindinge van Rakes et al. (1957) word deur die resultate, van Sutton et al. (1985), met kragvoerkonsentrasies van 60% en hoër, ondersteun. Hierdie teenstrydige resultate kan moontlik gedeeltelik verklaar word deur die stelling van Dixon (1986) naamlik dat die mate van onderdrukking van veselvertering verwant is aan die hoeveelheid kragvoer wat verskaf word. McCullough (1976) vind dat die gunstige invloed van kragvoer (byvoorbeeld hoër DMI en DM-verteerbaarheid) kromlynig van aard is en 'n optimum punt het. Die onderdrukking van sellulose vertering vind egter reeds by klein hoeveelhede kragvoer in die rantsoen (20 tot 30%) plaas, alhoewel voerinname en DM-verteerbaarheid nog kan verhoog (McCullough, 1976; McCullough, 1985). Hiervolgens kan

frekwente kragvoervoeding dus reeds by 20 tot 30% kragvoerrantsoene neig om veselvertering te verbeter. In die huidige studie het hierdie neiging wel by die frekwent gevoerde HP-diere gedurende laatlaktasie (19,54% kragvoer in die kontrolerantsoen) maar nie by die LP-diere gedurende mid- (34,21% kragvoer) en laatlaktasie (16,70% kragvoer) voorgekom nie. Volgens die resultate in Tabel 4.5 neem die nadelige invloed van kragvoer op veselvertering toe soos die persentasie kragvoer in die rantsoen toeneem. Dit word weerspieël deur die afname in die gemiddelde verteerbaarheid van NDF vanaf laat- na vroeë laktasie (Tabel 4.5). Woodford et al. (1986) het gevind dat kragvoer wel 'n nadelige invloed op veselvertering (neutraal- en suur-onoplosbare vesel) by melkkoeie met 47 tot 64% kragvoer in die rantsoen uitoefen, maar dat skerp dalings in veselvertering eers vanaf kragvoerkonsentrasies hoër as 64% voorkom. Miller & Muntifering (1985) kom tot die gevolgtrekking dat 20% kragvoer in die rantsoen die vertering van vesel reeds nadelig beïnvloed, maar dat 'n peil van 60% en hoër 'n betekenisvolle verlaging teweegbring. Resultate van McCullough (1976) en Mould et al. (1983) ondersteun hierdie gevolgtrekking. Kaufmann (1976), Sutton et al. (1985) en Istasse et al. (1986) vind dat die voordeel van meer frekwente voeding ten opsigte van sellulosevertering beperk is tot rantsoene met relatief klein ($\leq 40\%$) hoeveelhede ruvoer. In die huidige ondersoek is 'n maksimum kragvoerkonsentrasie van 57,40% (HP 2/D gedurende vroeë

laktasie) gebruik. In ooreenstemming met bogenoemde outeurs het frekwente kragvoervoeding geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) effek op NDF-verteerbaarheid uitgeoefen nie. Die volgorde van die daaglikse ru- en kragvoervoeding (Johnson, 1980) inherente eienskappe van kragvoer en ruvoer (McCullough, 1976) en melkproduksiepotensiaal van die diere gebruik mag egter ook die resultaat beïnvloed het.

Die resultate van die huidige studie dui daarop dat frekwensie van kragvoervoeding, met rantsoene wat 19 tot 60% graan bevat en aan hoë potensiaal diere gevoer word, geringe verhogings in rantsoenverteerbaarheid (veral selwandverteerbaarheid) teweegbring. Dit is egter belangrik om daarop te let dat hierdië verhogings in rantsoenverteerbaarheid met frekwente voeding verkry is ten spyte van 'n laer kragvoerkonsentrasie in die totale dieet en geringe hoër DM-inname in vergelyking met die 2/D-diere.

4.2 RUMENPARAMETERS

Die rumenparameters van die hoë en lae produseerders word onderskeidelik in Tabel 4.7 en 4.8 aangetoon.

4.2.1 Rumen-pH

Die retikulo-rumen het 'n eie pH-reguleringsstelsel (Marais, 1986). Aaneenlopende rumenfermentasie en omstandighede wat optimum fermentasie, met verskillende rantsoensamestellings, verseker, word deur hierdie reguleringsstelsel verskaf (Kaufmann *et al.*, 1980). Hierdeur word die mees doeltreffende afbraak en die hoogs moontlike energieproduksie vanaf die fermentasie van die rantsoen verkry.

Die optimum rumen-pH word deur die hoeveelheid speeksel, wat as 'n natriumbikarbonaat-fosfaatbuffer optree, in verhouding tot die produksietempo van VVS verkry (Kaufmann, 1976). Faktore soos die absorpsie van VVS, voerinnome en die uitruiling van bikarbonate oor die rumenwand speel 'n rol (Wheeler, 1980). Binne die fisiologiese pH-grense in die rumen is die bikarbonaat- en fosfaatbuffersisteme, weens die onderskeie dissosiasiekonstantes (pK_a) van 6,1 en 6,8 die belangrikste (Turner & Hodgetts, 1955). Ammoniak ($pK_a = 9,26$) en die VVS (pK_a 3,9 tot 4,9) kan egter by onderskeidelik 'n hoë en 'n lae pH as buffers optree.

Tabel 4.7 Rumenparameters van die hoër produserende proefkoeie

Item	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	2/D ¹	4/D ²	8/D ³	SF ⁴	KV% ⁵	2/D	4/D	8/D	SF	KV%	2/D	4/D	8/D	SF	KV%
Gemiddeld oor 'n "24-uur" periode ⁶															
Rumen-pH	5.82	5.73	5.78	± 0.12	1.86	5.90	5.75	5.74	F	F	5.99	5.98	5.88	± 0.04	0.73
Ammoniakstikstof (mg/100ml)	11.91	11.67	11.17	± 3.89	33.61	14.99	14.06	14.79	± 1.32	9.02	18.16	16.85	19.66	± 2.37	13.00
Vlugtige vetsuur konsentrasie (µm/ml)															
Asynsuur	75.40	72.39	58.18	F	F	79.81	90.40	82.11	±10.21	12.31	86.17	89.28	87.00	±10.03	11.46
Propionsuur	39.69	35.08	32.38	± 2.09	5.87	30.40	34.92	40.06	± 3.70	10.54	29.55	26.32	32.08	± 1.36	4.66
Bottersuur	16.90	11.03	11.34	± 6.14	46.88	13.42	14.33	12.34	± 0.49	3.65	15.93	14.79	16.38	± 1.19	7.58
Valeriaansuur	1.80	2.64	1.58	± 0.68	34.01	3.73	4.09	3.67	± 0.46	12.02	3.70	3.65	3.88	± 0.16	4.33
Totale vlugtige vetsure	133.79	121.14	103.48	±25.83	21.62	127.36	143.74	138.18	F	F	135.35	134.04	139.34	±11.52	8.50
Vlugtige vetsure in molaar %															
Asynsuur	56.01	59.62	56.66	± 2.65	4.61	62.68	62.73	59.75	± 2.66	4.32	63.76	66.32	62.55	± 1.49	2.32
Propionsuur	30.48	29.17	31.02	F	F	23.71	24.34	28.46	± 2.48	9.73	21.88 ^a	19.86 ^a	23.00 ^b	± 0.58	2.69
Bottersuur	12.02	9.14	10.77	± 2.47	23.17	10.67	10.09	9.12	± 0.98	9.86	11.68	11.13	11.71	± 0.87	7.52
Valeriaansuur	1.47	2.07	1.55	± 0.64	37.43	2.94	2.84	2.67	± 0.23	8.34	2.68	2.69	2.74	± 0.11	3.90
Asynsuur + Bottersuur	68.04	68.76	67.43	F	F	73.34	72.82	68.87	± 2.27	3.17	75.44	77.45	74.26	± 0.69	0.91
C2/C3 ⁷	1.94	2.09	1.94	± 0.30	12.25	2.68	2.64	2.17	± 0.26	10.48	2.97	3.40	2.79	± 0.17	5.62

1. Twee keer/dag kragvoer
 2. Vier keer/dag kragvoer
 3. Agt keer/dag kragvoer
 4. Standaardfout van die gemiddelde
 5. Koëffisiënt van variasie
 6. Kyk 3.2.1.5
 7. Asynsuur/Propionsuur verhouding
- a, b Gemiddeldes in dieselfde reël met verskillende boskrifte verskil betekenisvol ($P \leq 0.05$)
- F Nie-parametriese toetse uitgevoer

Tabel 4.8 Rumenparameters van die laer produserende proefkoete

Item	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	2/D ¹	4/D ²	8/D ³	SF ⁴	KV% ⁵	2/D	4/D	8/D	SF	KV%	2/D	4/D	8/D	SF	KV%
Gemiddeld oor 'n "24-uur" periode ⁶															
Rumen-pH	5.65	5.65	5.81	F	F	5.81	5.85	5.83	± 0.20	3.45	5.89	5.98	5.95	± 0.14	2.30
Ammoniakstikstof (mg/100ml)	10.20	9.40	14.72	± 1.51	13.23	20.46	14.29	14.81	± 2.17	13.15	20.14	14.58	18.41	± 4.50	25.42
Vlugtige vetsuur konsentrasie (µm/ml)															
Asynsuur	64.53	68.21	78.07	±12.73	18.11	75.29	78.93	85.69	± 6.03	7.54	87.95	87.52	91.62	± 5.17	5.81
Propiconsuur	37.54	38.46	37.37	± 6.05	16.00	28.30	30.92	29.14	± 7.96	27.01	32.07	26.15	32.40	± 3.57	11.82
Bottersuur	14.15	12.69	13.44	± 2.86	21.28	13.51	12.76	14.33	F	F	17.54	15.21	14.37	± 1.86	11.85
Valeriaansuur	1.66	1.52	1.45	± 0.14	8.78	4.52	3.23	3.67	F	F	4.23	3.50	3.35	± 0.63	16.99
Totale vlugtige vetsure	117.88	120.88	130.33	F	F	121.62	125.84	132.83	± 3.91	3.08	141.79	132.38	141.74	± 4.84	3.49
Vlugtige vetsure in molaar %															
Asynsuur	53.77	56.17	59.41	± 0.93	1.65	61.54	62.68	64.49	± 4.00	6.36	62.75	66.47	64.64	± 3.30	5.10
Propiconsuur	31.57	31.12	28.45	± 2.38	7.83	23.50	24.47	21.94	± 6.56	28.15	22.30	19.65	22.89	± 2.14	9.88
Bottersuur	11.92	10.49	10.09	± 1.40	12.91	11.25	10.26	10.80	± 1.92	17.79	12.10	11.36	10.12	± 0.91	8.11
Valeriaansuur	1.74	2.22	2.50	± 0.36	15.30	3.71	2.59	2.77	F	F	2.85	2.52	2.35	± 0.31	12.05
Asynsuur + Bottersuur	65.69	66.66	69.50	± 2.10	3.13	72.79	72.94	75.29	± 3.53	4.79	74.85	77.83	74.76	± 2.40	3.16
C2/C3 ⁷	1.81	1.95	2.13	± 0.27	13.86	2.77	2.75	3.00	± 0.87	30.74	2.87	3.51	2.84	± 0.54	17.47

1. Twee keer/dag kragvoer
 2. Vier keer/dag kragvoer
 3. Agt keer/dag kragvoer
 4. Standaardfout van die gemiddelde
 5. Koëffisiënt van variasie
 6. Kyk 3.2.1.5
 7. Asynsuur/Propiconsuur verhouding
- F Nie-parametriese toets uitgevoer

'n Hele reeks chemiese reaksies in die rumen is aan rumen-pH verwant (McCullough, 1979). Kaufmann et al. (1980) verklaar dat die aanpassing van mikrobies in die rumen tot enige tipe rantsoenverandering deur die regulering van rumen-pH bepaal word. Die verdraagsaamheid van sellulitiese bakterië en protozoa en amilolitiese bakterie (ten opsigte van pH) verskil (Kaufmann et al., 1980; Hynd, 1984). 'n Verandering in pH bring onder sekere omstandighede 'n verandering in die populasiesamestelling van mikro-organismes mee (Miller en Muntifering, 1985; Barrio, Goetsch & Owens, 1986; Bragg et al., 1986) (kyk 2.3.3). Die belangrikste in vitro of in vivo parameters wat dan ook aan rumen-pH gekoppel word, is verteerbaarheid van die droë materiaal van ruvoere (Hynd, 1984; Barrio et al., 1986), vertering van vesel of sellulose (Knight, 1980; Rogers, Davis & Clark, 1982; Mould, Orskov & Mann, 1983; Shriver et al., (1986), produksie van totale en individuele VVS (Esdale & Satter, 1972; Shriver et al., 1986) sowel as urease aktiwiteit en die verteerbaarheid van stikstof (McCullough, 1979; Loerch, Berger, Gianola & Famey, 1983; Okeke, Buchanan-Smith & Grovum, 1983).

Rumen-pH word gereguleer deur die onderlinge verwantskap tussen rantsoensamestelling, herkou en spekseluitskeiding (Kaufmann et al., 1980). Interaksies tussen die basale faktore (die dieet) en die primêre faktor (die mikrobiese

populasie) is dus vir die omgewing in die rumen verantwoordelik. Die bekende verwantskap tussen 'n hoë fraksie kragvoer in 'n rantsoen en 'n lae rumen-pH onderstreep hierdie beginsels (Johnson, 1980; Bragg et al., 1986). 'n Verhoogde diereproduksie deur die manipulasie van sekere of 'n kombinasie van omgewingsfaktore in die rumen (byvoorbeeld pH en VVS) word deur die swak korrelasie van hierdie verhoudings en die ingewikkeldheid van die interaksies bemoeilik. Daar moet eerder gepoog word om 'n stabiele fermentasie ('n rumen-pH van tussen 6 en 7) te handhaaf (Bragg et al., 1986) en skielike skerp dalings in pH te vermy wat uiteindelik tot periodes van voerweiering mag lei (Corse, 1977). By die beoordeling van die doeltreffendheid van frekwente kragvoervoeding as 'n voertegniek moet pH-veranderings oor 'n dagperiode (Kaufmann et al., 1980), minimum pH-vlakke (omvang) en die tydsduur van pH-verlaging na kragvoervoeding (Orskov, 1982b; French & Kennelly, 1985) in ag geneem word.

4.2.1.1 Gemiddelde daaglikse rumen-pH

Volgens Tabel 4.7 het frekwente kragvoervoeding in vergelyking met die 2/D-behandeling by die HP-diere in die onderskeie laktasiestadiums rumen-pH nie statisties betekenisvol ($P \leq 0,05$) beïnvloed nie. By die LP-diere (Tabel 4.8) het frekwente voeding eweneens geen

betekenisvolle invloed op die pH van rumenvloeistof uitgeoefen nie.

Die gemiddelde daaglikse rumen-pH van al drie behandelingsgroepe vir die HP-diere was onderskeidelik 5,70, 5,83 en 5,94 gedurende vroeë, mid- en laatlaktasie. Hierdie styging in pH van rumenvloeistof van vroeë na laat laktasie kan aan 'n laer kragvoerkonsentraat (Thomas & Rook, 1977; Hynd, 1984) (kyk Tabel 4.5) en moontlik 'n hoër speekseluitskeiding (Cassida & Stokes, 1986) gedurende latere laktasiestadia toegeskryf word. Dieselfde tendens in die pH van rumenvloeistof het by LP-diere gedurende die verskillende laktasiestadiums voorgekom.

Weens die verhoogde ruvoerkonsentrasie in rantsoene (hoër ruvoerinname) wat met frekwente kragvoervoeding gepaard gaan (Rohr & Daenicke, 1973; Kaufmann, 1976) word 'n verhoging in gemiddelde daaglikse rumen-pH met 'n hoër kragvoerfrekwensie verwag. 'n Neiging tot hoër gemiddelde rumen-pH is dan ook deur verskeie outeurs (Rohr & Daenicke, 1973; Kaufmann, 1976; French & Kennelly, 1985; Robinson & Sniffen, 1985) waargeneem. In hierdie studie het die HP4/D en HP8/D-diere ten spyte van 'n hoër ruvoer tot kragvoerverhouding 'n geringe laer gemiddelde rumen-pH gedurende alle laktasiestadiums gehandhaaf. 'n Laer pH met frekwente voeding is ook deur Satter & Baumgardt (1962), Burt & Dunton, (1967), Pant & Roy (1971), Nakashima &

Kikuchi (1975) en Gill & Castle (1983) gevind. Die algemene neiging tot 'n laer rumen-pH wat vanweë frekwente voeding gedurende hierdie studie gevind is, kan waarskynlik aan 'n hoër totale voeriname toegeskryf word (kyk Tabelle 4.3 en 4.4). Frekwente kragvoervoeding het ook in die meeste ander studies aanleiding gegee tot 'n hoër totale voeriname (Bath & Rook, 1963; Johnson, 1980; Barrio et al., 1986). Die oorgrootte meerderheid van die verskuiwings in gemiddelde rumen-pH in die literatuur was egter soos in hierdie ondersoek, nie statisties betekenisvol gewees nie.

Die vermindering in sellulosevertering met kragvoervoeding is nie as gevolg van die pH-effek op ensiemaktiwiteit nie, maar as gevolg van die pH-effek op die tipe en aantal mikroflora. Dit beteken dus dat die gewenste mikroorganismes vir sellulosevertering teen lae getalle voorkom (Kaufmann et al., 1980; Shriver et al., 1986). Die vermindering in sellulolitiese bakterië weens die gevoeligheid vir 'n lae rumen-pH vind by 'n pH van 6,0 en laer plaas (Balch & Rowland, 1957; Russell & Hespell, 1981; Shriver et al., 1986) (kyk ook 2.3.3 en 4.1.2.3). Behalwe vir die vermindering in sellulitiese bakterië en siliaat protozoa verminder metaanbenutters. Hierdie vermindering het tot gevolg dat meer gereduseerde fermentasieprodukte vorm en waterstof akkumuleer (Russell & Hespell, 1981). Verder vermeerder die organismes wat melksuur, met 'n pKa van 3,8 teenoor 4,7 van ander vlugtige vetsure produseer

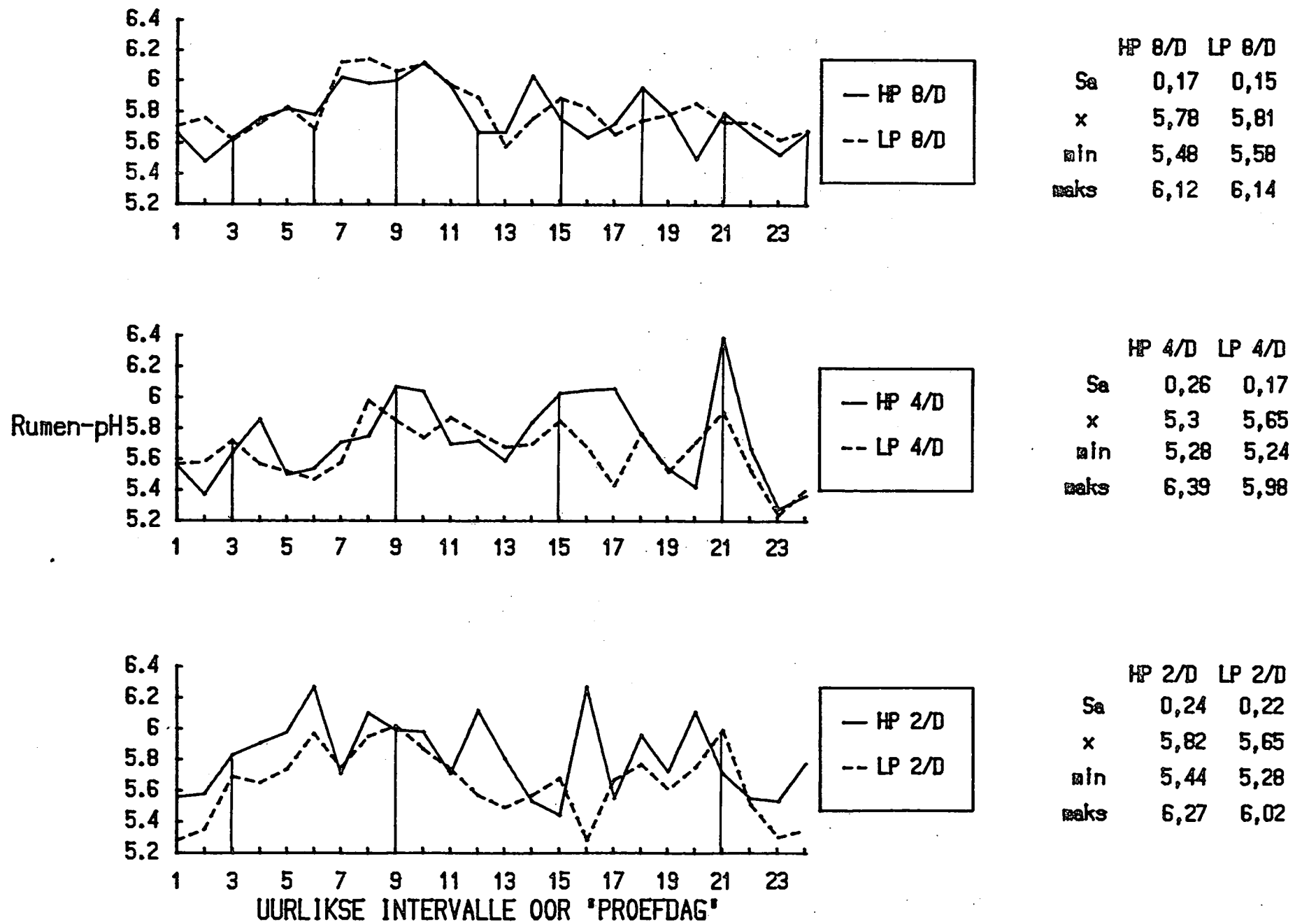
(Kaufmann et al., 1980). McCullough (1979) het gevind dat rumenfermentasie wat met 'n verhoogde melkproduksie, bottervetproduksie en doeltreffendheid van voerverbruik gepaard gaan deur 'n rumen-pH van tussen 6,0 en 7,0 gekenmerk word. Die optimum pH vir verskeie reaksies in die rumen (insluitende proteolise, proteïensintese en sellulosevertering) word deur McCullough (1976) aangedui. Die verteerbaarheid van proteïen is byvoorbeeld optimaal by 'n rumen-pH van 6,2 (Shriver et al., 1986). Sellulosevertering word deur 'n rumen-pH van onder 6,0 geïnhibeer (Hynd, 1984; Sutton et al., 1985; Kovacik, Loerch & Dehority, 1986). Shriver et al. (1986) vind dat sellulosevertering by 'n pH van 5,8 grootliks onderdruk word en dat 'n ernstige onderdrukking by 'n pH van 5,5 plaasvind. Min in vitro veselvertering word ook deur Terry et al. (1969) by 'n pH van 5,5 gevind terwyl die vertering van nie-strukturele koolhidrate (stysel) by hierdie pH optimaal is (Kaufmann et al., 1980). Orskov (1982b) huldig die mening dat sellulosevertering onder 'n rumen-pH van 6,2 tot 6,1 vinnig tot nul val.

In vergelyking met bogenoemde resultate was die gemiddelde daaglikse rumen-pH's (Tabelle 4.7 en 4.8) wat by alle behandelings in hierdie studie gevind is, sub-optimaal ten opsigte van proteïen- en sellulosevertering. Behalwe vir die hoë voerinnames kan die lae algemene rumen-pH's waarskynlik ook aan die goeie kwaliteit rantsoen wat gevoer

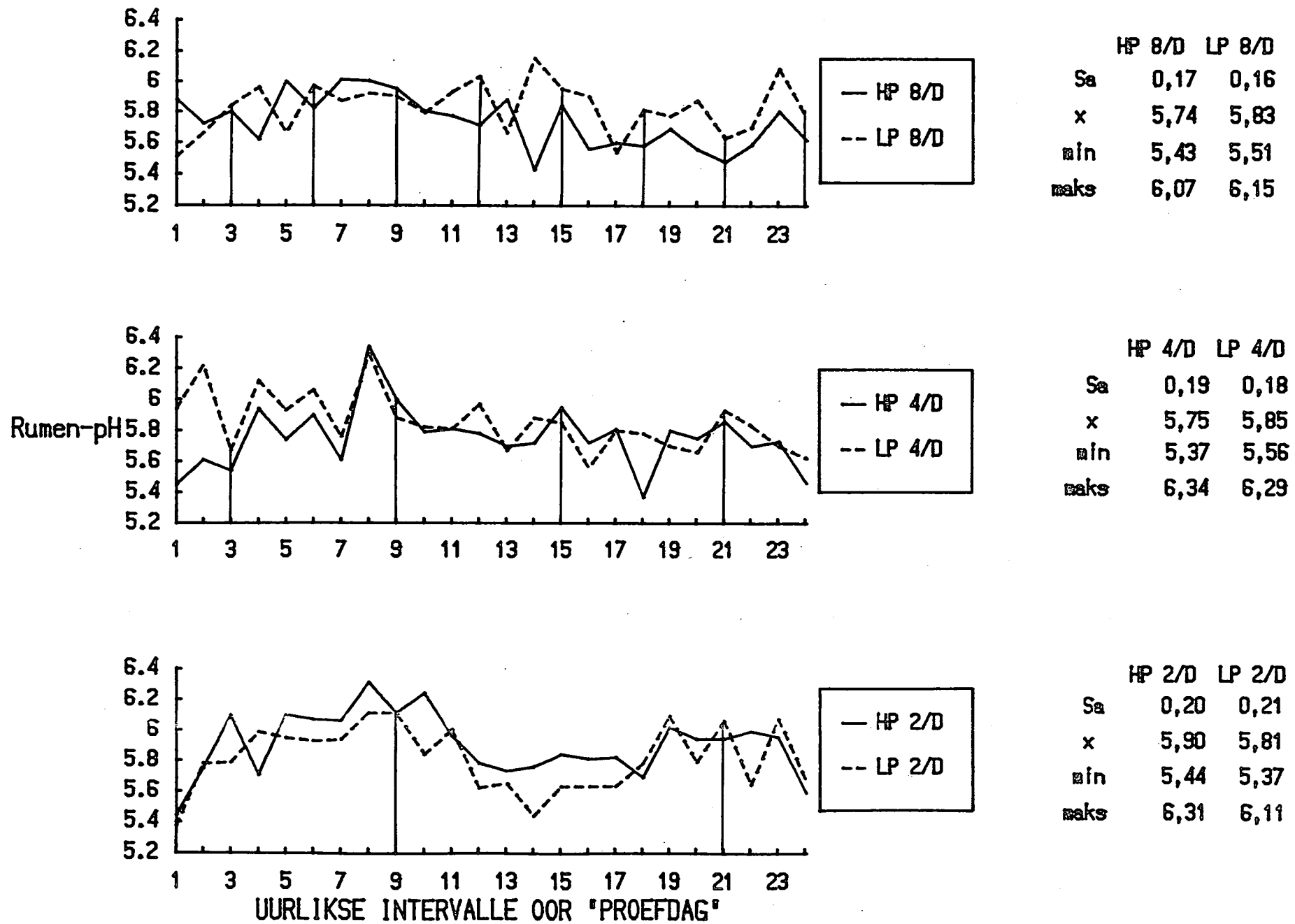
is toegeskryf word. Die neiging tot 'n laer rumen-pH wat by die frekvent gevoerde HP-diere gevind is, blyk in teenstelling te wees met die neiging tot die hoër proteïen- en NDF-vertering wat met hierdie behandeling gepaard gegaan het. Geen statisties betekenisvolle ($P \leq 0,05$) invloed van frekwente voeding op skynbare verteerbaarheid van voedingstowwe en pH van rumenvloeistof is egter waargeneem nie.

4.2.1.2 Variasie in rumen-pH

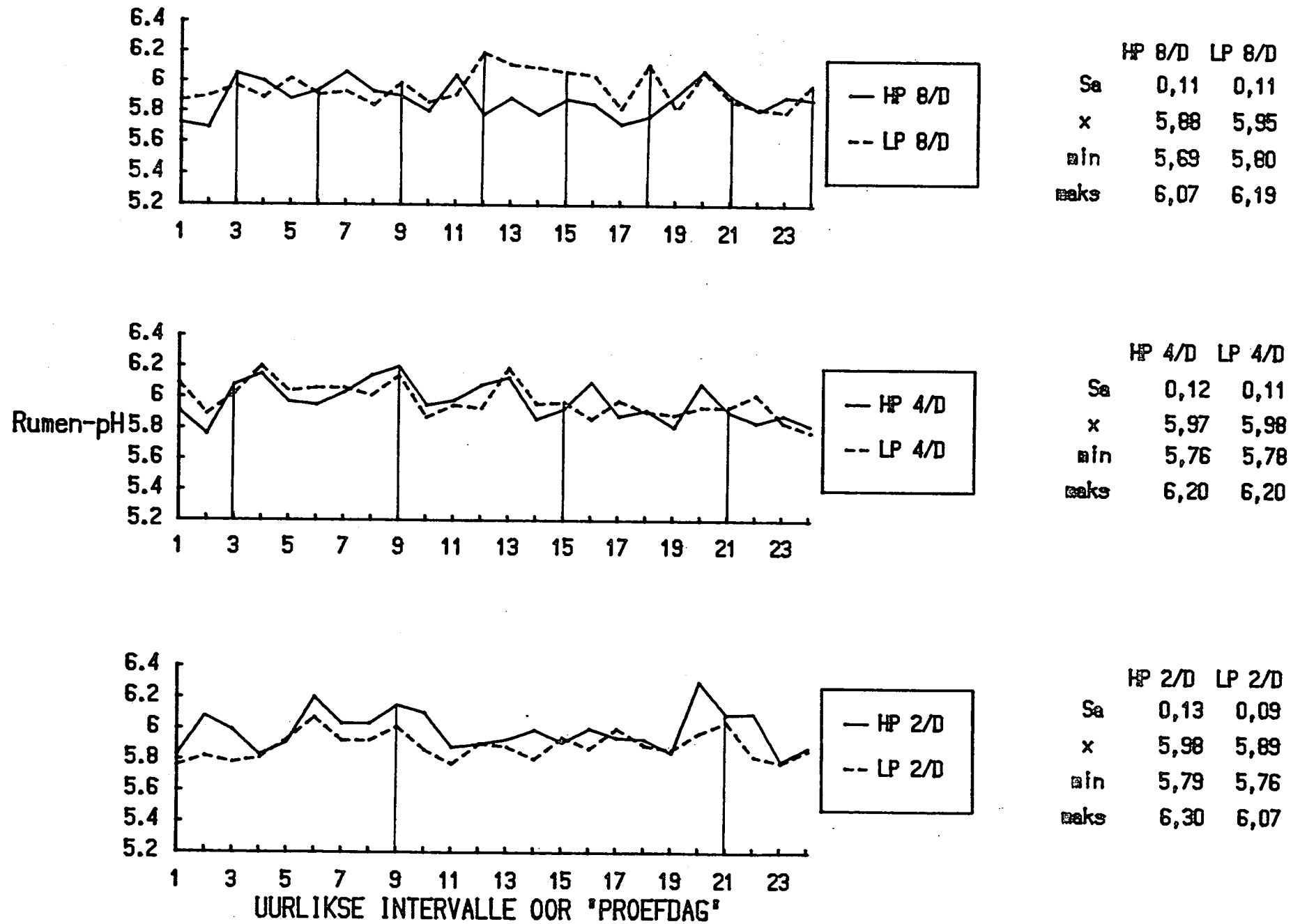
Die gemiddelde rumen-pH van die onderskeie produksiegroepe oor 24-uur periodes in die verskillende laktasiestadiums word in Figure 4.1 tot 4.3 aangetoon. In vergelyking met die HP 2/D-diere is 'n nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) kleiner standaard afwyking ten opsigte van rumen-pH, by bykans alle frekvent gevoerde HP-diere in hierdie studie gevind. Slegs die HP 4/D-diere gedurende vroeë laktasie het 'n nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) groter standaard afwyking in rumen-pH, oor 'n 24-uur periode, as die HP 2/D-diere getoon. By die LP-diere het die neiging tot 'n kleiner variasie met frekwente voeding ook gedurende vroeë en midlaktasie (Figure 4.1 en 4.2) voorgekom. Frekwente kragvoervoeding het dus 'n neiging tot kleiner variasies in rumen-pH, rondom die daaglikse gemiddeldes, veroorsaak. Hierdie voertegniek het ook in verskeie ander studies (Satter & Baumgardt, 1962; Bath & Rook, 1963; Rohr & Daenicke, 1973; Jensen &



Figuur 4.1 Die invloed van frekwente voeding op rumen-pH oor 'n 24-uur periode gedurende vroeë laktasie



Figuur 4.2 Die invloed van frekwente voeding op rumen-pH oor 'n 24-uur periode gedurende midlaktasie



Figuur 4.3 Die invloed van frekwente voeding op rumen-pH oor 'n 24-uur periode gedurende laatlaktasie

Wolstrup, 1977; Garcia et al., 1980; Eickelberger et al., 1985; French & Kwennelly, 1985) aanleiding gegee tot meer konstante rumen-pH's. Kaufmann (1973) het egter eers by 'n minimum van 63% kragvoer in rantsoene (hoë produseerders) 'n betekenisvol kleiner variasie in rumen-pH gevind. Dieselfde outeur het in 1976 aangetoon dat frekwente kragvoervoeding, by melkkoeie tot vyf maande in laktasie, 'n betekenisvol ($P \leq 0,10$) laer standaard afwyking in rumen-pH veroorsaak. Dit blyk dus vanuit bogenoemde studies dat frekwente kragvoervoeding by kragvoerkonsentrasies van 63% (hoë produseerders gedurende vroeë laktasie) die variasie in die pH van rumenvloeistof betekenisvol verlaag. In die huidige studie is van 'n maksimum kragvoerkonsentrasie van 57,40% in die rantsoene (HP 2/D gedurende vroeë laktasie) gebruik gemaak. Die HP- en LP 8/D-behandelings (uitgesluit LP 8/D gedurende laatlaktasie) het die kleinste standaard afwykings in rumen-pH oor die 24-uur periodes getoon. Dit is in ooreenstemming met die stelling van Eickelberger et al. (1985) dat die pH van rumenvloeistof minder variëer met meer frekwente voeding as gevolg van die kleiner hoeveelheid kragvoer, wat die rumen per voeding binnegaan.

Die afnemende tendens in die standaard afwyking van rumen-pH oor laktasiestadiums by die HP- (gemiddeld 0,22, 0,19 en 0,12) en LP-diere (gemiddeld 0,18, 0,18 en 0,10) kan ook deur 'n kleiner hoeveelheid kragvoer per voeding verklaar word. In die geval van die huidige studie het hierdie

kleiner hoeveelheid kragvoer per voeding ook op 'n laer totale daaglikse kragvoerinname met vordering in laktasie (Tabelle 4.3 en 4.4) neergekom.

Volgens Robinson en Sniffen (1985) behoort 'n kleiner variasie in rumenomgewing ('n mindere mate van verskuiwing in mikrobepopulasies) teoreties tot doeltreffender ruminale (ruvoer-) vertering te lei. Die neiging tot 'n meer konstante rumen-pH by die HP-diere kon dus tot die nie-betekenisvol ($P \leq 0,05$) hoër NDF-verteerbaarheid (Tabel 4.5) wat tot die hoër verteerbaarheid van ander voedingskomponente gelei het (kyk ook 4.1.2.2 en 4.1.2.3), bygedra het. Dit is opmerklik dat die HP 4/D-behandeling gedurende vroeë laktasie, met 'n hoër standaard afwyking in rumen-pH as die 2/D behandeling 'n relatief laer NDF-verteerbaarheid getoon het. Met uitsondering van hierdie geval het die afname in die standaardafwyking van rumen-pH tussen die HP 4/D- en HP 8/D-behandelings nie gelei tot 'n verdere verhoging in NDF-verteerbaarheid nie. Die LP-diere, waar geen verhoging in NDF-verteerbaarheid waargeneem is nie, het egter eweneens 'n laer variasie in pH gedurende vroeë en midlaktasie getoon. Die invloed van frekwente voeding op die variasie in pH was waarskynlik te gering om 'n betekenisvolle invloed op die skynbare verteerbaarheid van NDF uit te oefen. Die omvang (minimum pH-waardes) en tydsduur van pH-verlagings het egter ook 'n invloed op die

mate van onderdrukking van sellulosevertering na kragvoervoeding (Orskov, 1982b).

4.2.1.3 Minimum pH-waardes

Kaufmann (1976), Johnson (1980), French & Kennelly (1985) en Bragg et al. (1986) het gevind dat frekwente kragvoervoeding met 'n meer konstante pH sonder die skerp afnames na kragvoervoedingstye gepaard gegaan het. Die pH-vlakke met frekwente kragvoervoeding het nie so laag as by twee keer kragvoervoeding gedaal nie. Dit blyk dat met twee keer kragvoervoeding die fermentasietempo versnel. Die laer pH word deur 'n kleiner invloed van speeksel en vinnige produksie van vlugtige vetsure teweeggebring (Rowland, 1957; McCullough, 1976). Baldwin & Denham (1979) het gevind dat die vertering van sellulose gedurende en onmiddellik na kragvoervoedings onderdruk word. 'n Vermindering in sellulolitiese bakterië kon dus gedurende hierdie periode plaasgevind het.

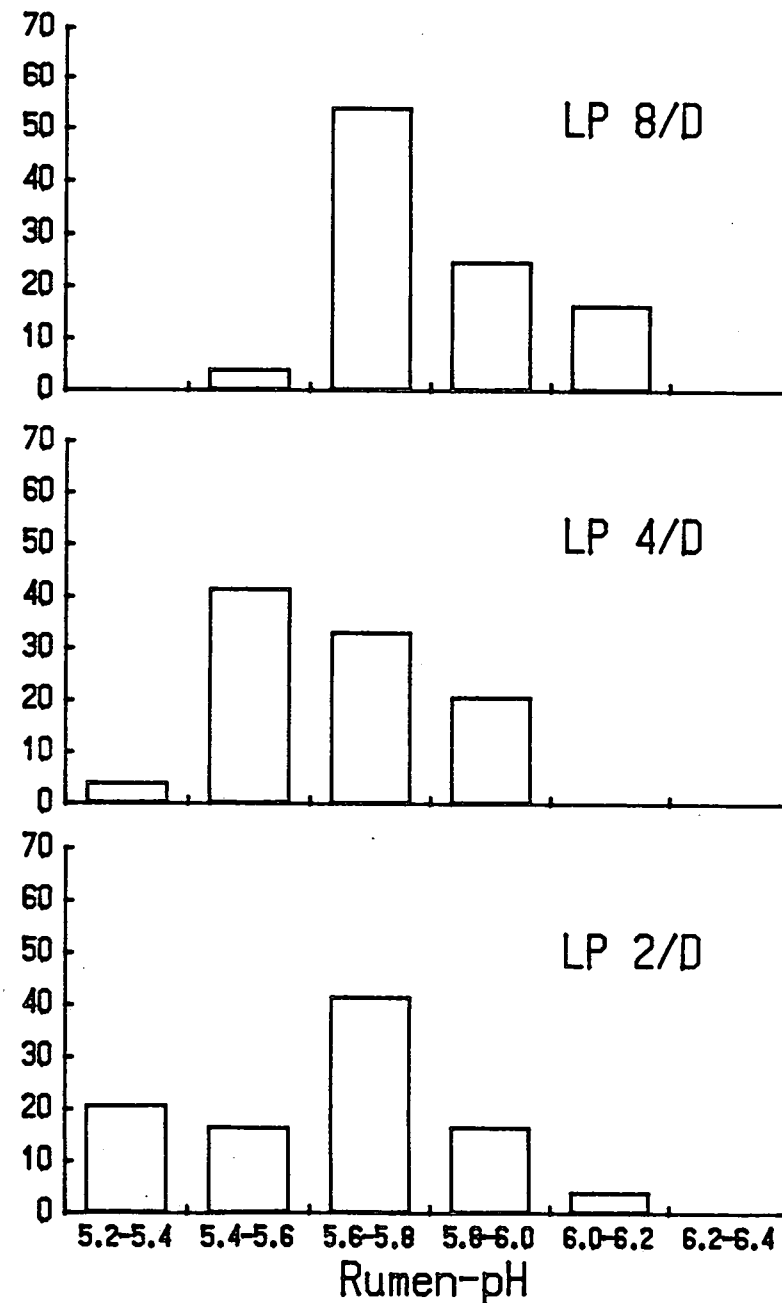
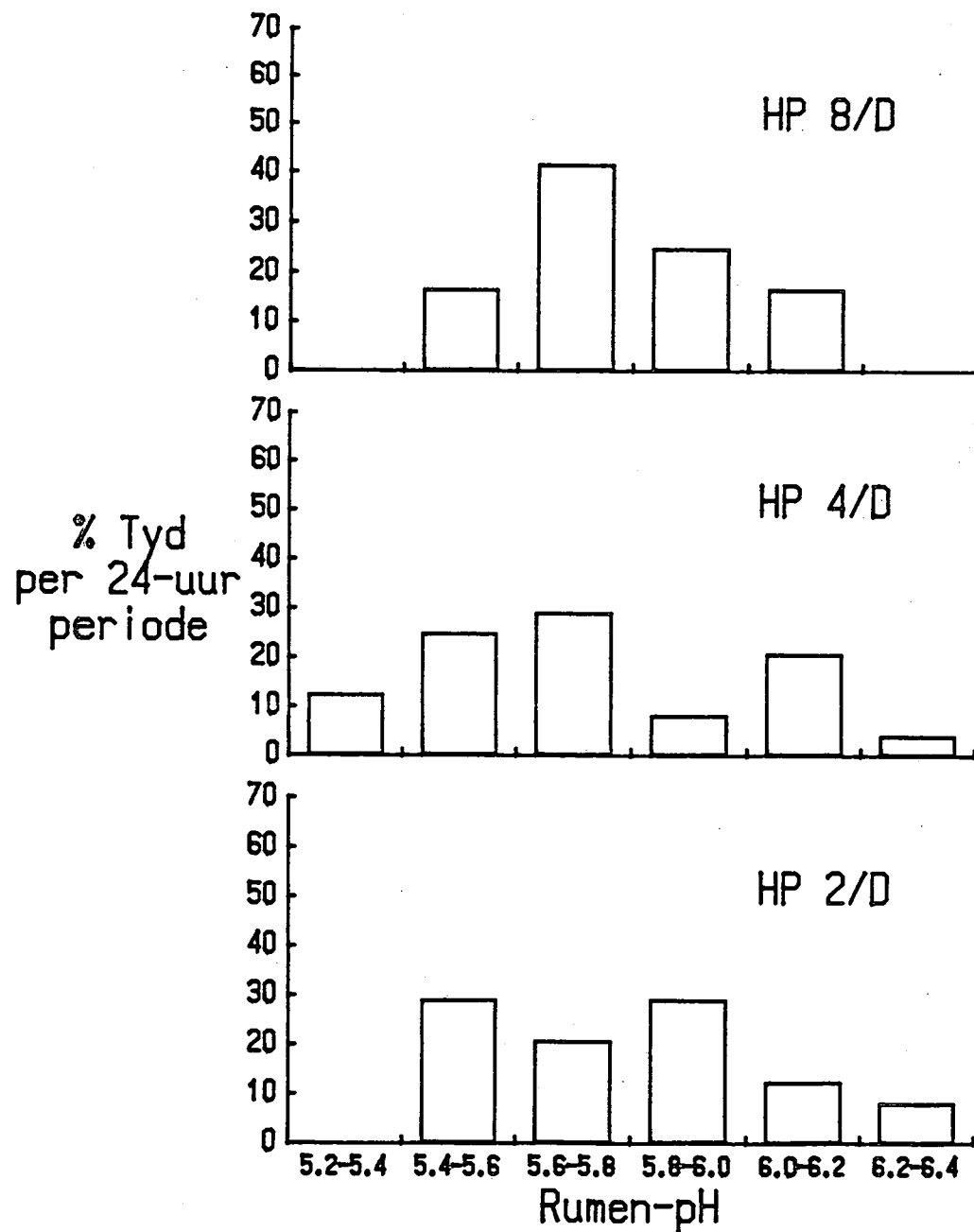
By die 4/D-diere (HP en LP) gedurende vroeë laktasie in die huidige studie, waar geen verbetering in sellulosevertering en ruvoerinnome plaasgevind het nie, was die pH-minimums nie betekenisvol laer as dië van die ooreenstemmende 2/D-behandelings nie. Indien die HP 4/D- en HP 8/D-diere met die 2/D-diere gedurende mid- en laatlaktasie vergelyk word het die minimum-pH's min verskil. Gedurende hierdie

periodes het daar 'n neiging tot verhoogde sellulosevertering en ruvoerinnname voorgekom. Die LP 4/D- en LP 8/D-diere in midlaktasie, waar geen reaksie in NDF-verteerbaarheid maar 'n neiging tot hoër ruvoerinnname gevind is, het wel 'n neiging tot hoër pH-minimums getoon. Frekwente kragvoervoeding het dus in hierdie studie geen duidelike en konstante invloed op daaglikse pH-minimumwaardes, of die voordele gekoppel aan hoër minimum pH's, uitgeoefen nie.

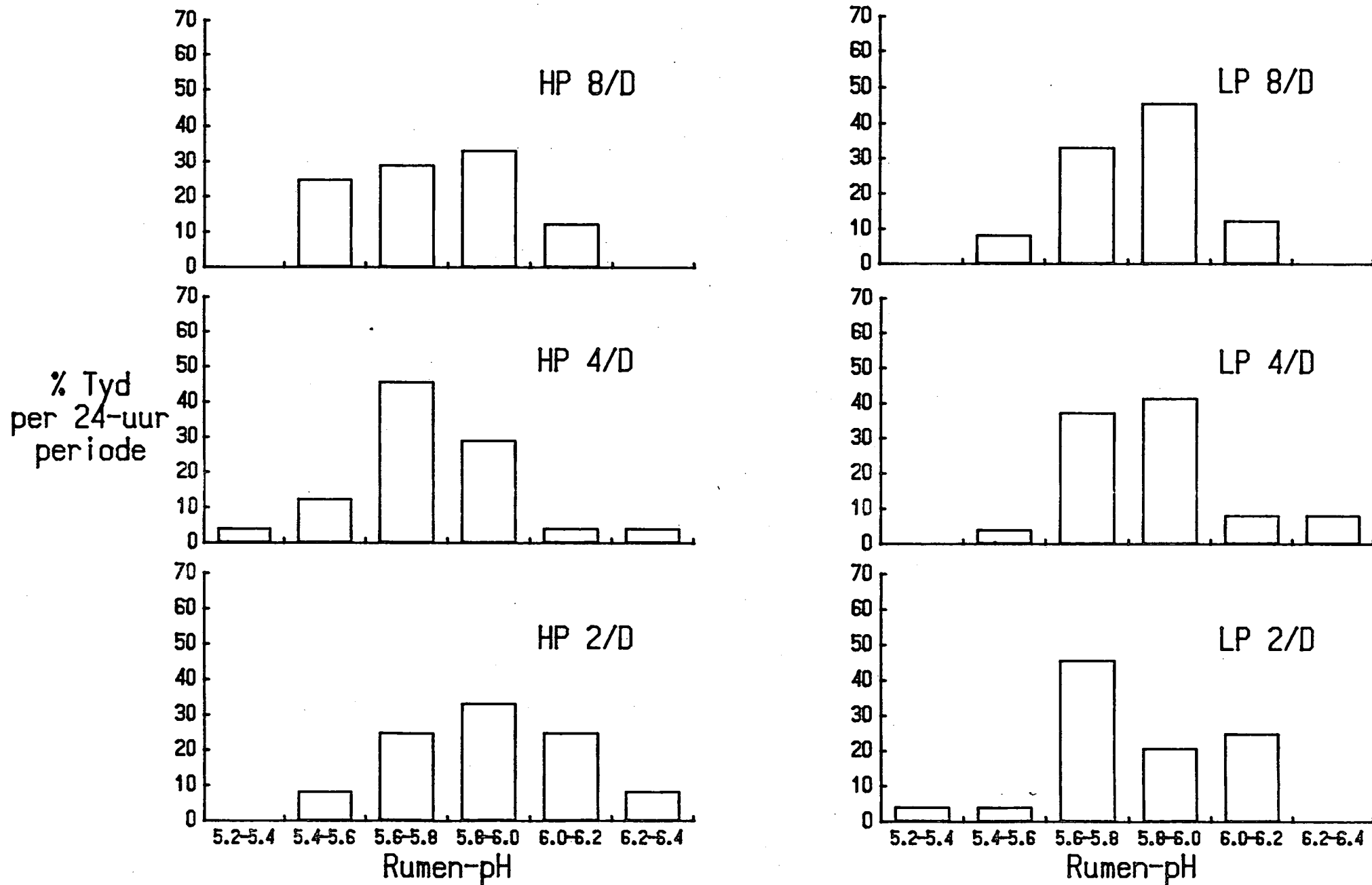
4.2.1.4 Tydsduur van pH-verlagings

Volgens Kaufmann et al. (1980) word die nadelige invloed van 'n langdurige lae pH tydens die fase van 'n relatief konstante fermentasietempo na voeding geopenbaar. Die tydsduur wat rumen-pH onder 'n sekere kritiese waarde bly of die herstel van die suur/basis balans na kragvoervoeding, is dus belangrik (Eikelberger et al., 1985; Kovacik et al., 1986).

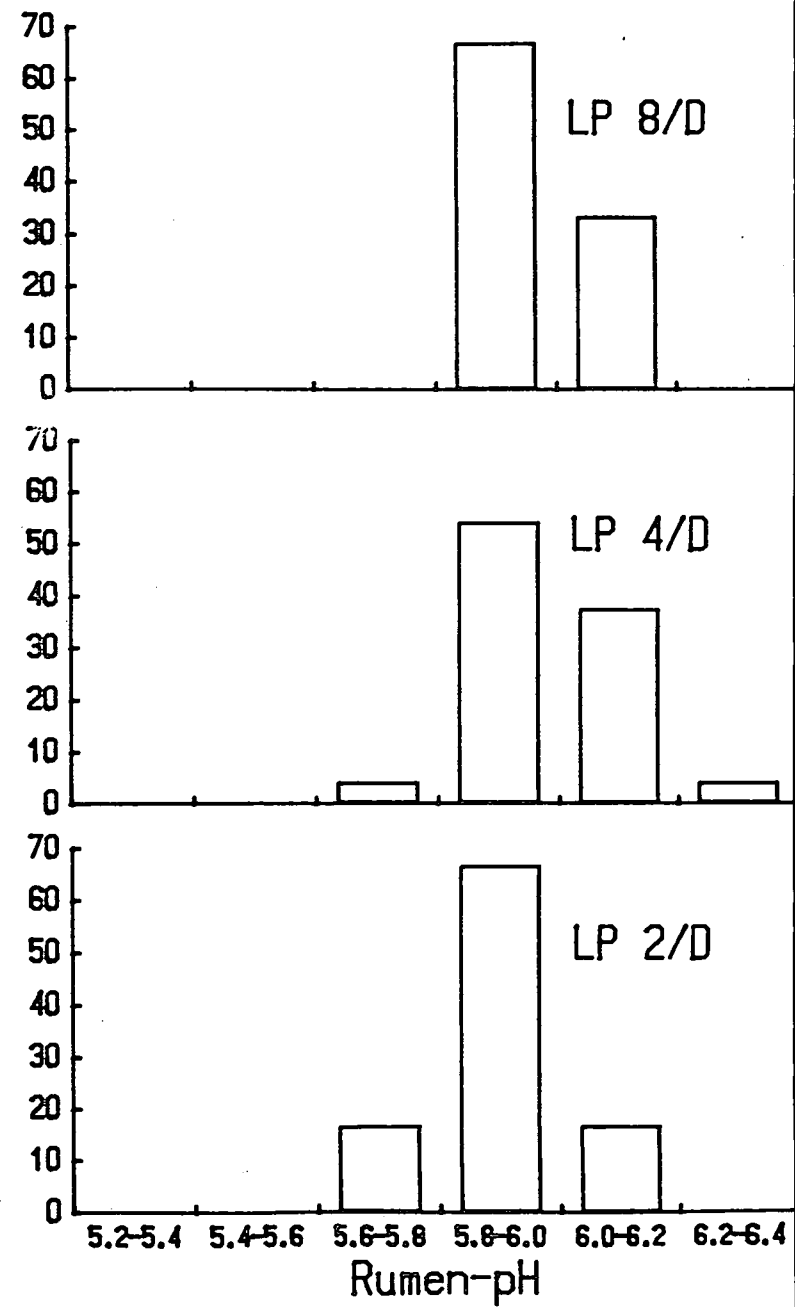
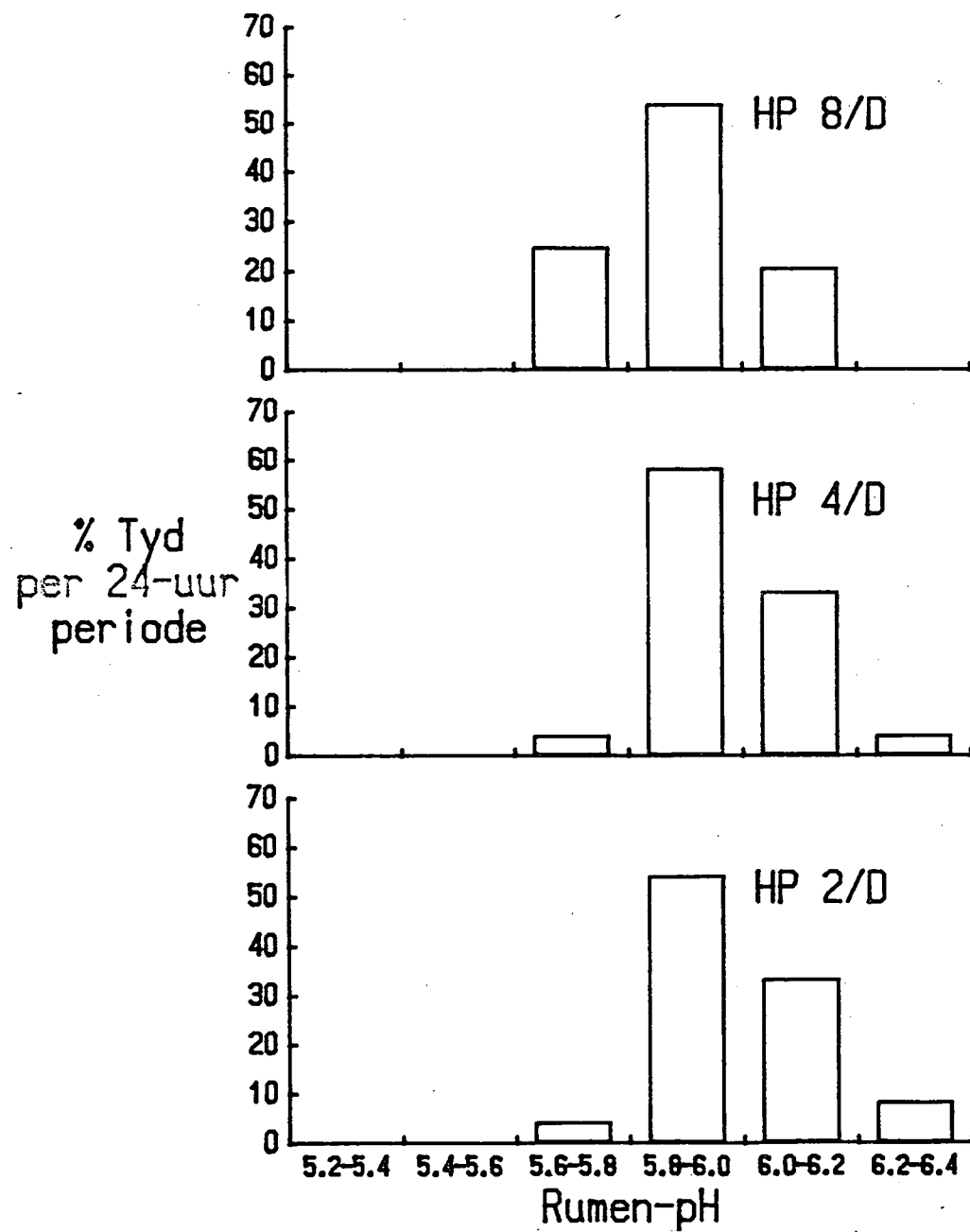
Die aantal ure per 24 uur as persentasie wat rumen-pH by die verskillende behandelings tydens opeenvolgende laktasie-stadiums, tussen sekere pH-waardes gevariëer het, word in Figure 4.4 tot 4.6 aangetoon. Uit Figuur 4.4 blyk dit dat die rumen-pH van die HP4/D- en LP 4/D-diere vir nagenoeg dieselfde tyd as die HP 2/D-diere bokant 6,0 gevariëer het. Hierdie behandelings het dan ook geen voordeel in NDF-



Figuur 4.4 Die persentasie tyd wat rumen-pH by die hoë en laer produseerders gedurende vroeë laktasie tussen sekere pH-grense gevarieër het



Figuur 4.5 Die persentasie tyd wat rumen-pH by die hoë en laer produseerders gedurende midlaktasie tussen sekere pH-grense gevariëer het



Figuur 4.6 Die persentasie tyd wat rumen-pH by die hoë en laer produseerders gedurende laatlaktasie tussen sekere pH-grense gevarieër het

verteerbaarheid (Tabelle 4.5 en 4.6) gedurende vroeë laktasie tot gevolg gehad nie. Daarenteen het die 4/D-behandelings (HP en LP) gedurende vroeë laktasie vir 'n langer periode as die 2/D-diere, 'n rumen-pH van onder 5,6 gehandhaaf. Dit kan verklaar word deurdat die rumen-pH van die HP4/D- en LP 4/D-diere gedurende vroeë laktasie net so laag soos die van die ooreenstemmende 2/D-diere gedaal het (kyk ook 4.2.1.3). Hierdie proses het egter meer gereeld (4 keer oor 24-uur) as by die 2/D-diere (2 keer oor 24-uur) voorgekom. By hierdie rumen-pH (5,6) verdwyn organismes wat melksuur in asynsuur omsit en die koei bereik 'n limiet in haar natuurlike buffervermoë (Johnson, 1980). Die 4/D-behandelings (Figuur 4.4) het dus geneig om vir langer periodes, as die 2/D-behandelings, buite die natuurlike buffergrense van die rumen te val. Dit mag volgens Kaufmann et al. (1980) tot asidose, maagswere en 'n verlaagde melkproduksie lei. Geen gevalle van asidose het gedurende die huidige studie voorgekom nie. Die tydsduur van pH-verlaging onder 5,6 was waarskynlik te kort om asidose te bewerkstellig. By die LP 8/D-diere (Figuur 4.4) het rumen-pH vir 'n nie-betekenisvol langer periode (relatief tot die 2/D-diere) bokant 6,0 gevariëer. Verder het rumen-pH by die HP8/D- en LP8/D-diere vir 'n korter periode (betekenisvol $P \leq 0,05$ in geval van die LP 8/D-diere) onder 5,6 gelê. Neigings tot 'n hoër NDF-verteerbaarheid (Tabelle 4.5 en 4.6) en ruvoerinname (Tabelle 4.3 en 4.4) het dan ook by hierdie handelings gedurende vroeë laktasie voorgekom.

Dieselfde verwantskap het egter nie in ander gevalle voorgekom nie. Gedurende midlaktasie byvoorbeeld (Figuur 4.5) het die frekwent gevoerde diere (HP en LP) nie vir langer periodes 'n pH bo 6,0 of vir korter periodes 'n pH onder 5,6 as die ooreenstemmende 2/D-behandelings getoon nie. 'n Neiging tot 'n hoër NDF-verteerbaarheid by die frekwent gevoerde HP-diere (Tabel 4.5) en hoër ruvoerinnames by frekwent gevoerde HP- en LP-diere (Tabel 4.3 en 4.4) het egter gedurende midlaktasie voorgekom. Verder het die frekwent gevoerde LP-diere gedurende laat laktasie (Figuur 4.6) vir 'n nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) groter tydfraksie as die LP 2/D behandeling bo 'n rumen-pH van 6,0 gelê, maar geen reaksie in NDF-verteerbaarheid (Tabel 4.6) is ook weens hierdie handelings waargeneem nie. Hiervolgens bestaan daar nie 'n duidelike verband tussen die tydsduur van pH-verlagings en NDF-verteerbaarheid nie. Hierdie resultate is egter te verwagte aangesien daar oor die algemeen nie statisties betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verskille voorgekom het nie.

Oor die algemeen word voordele gekoppel aan frekwente kragvoervoeding en statisties betekenisvolle verskille ten opsigte van rumen-pH gevind by diere wat 'n rantsoen met 'n kragvoerkonsentrasie van 60 tot 65% ontvang (Kaufmann, 1973; Linder et al., 1979; Nocek & Braund, 1985; Sutton et al., 1985). Met konvensionele voeding (twee keer kragvoervoeding oor 'n 24-uur periode) word 'n daaglikse gemiddelde rumen-pH

van 5,5 (Kaufmann et al., 1980) by hierdie kragvoerkonsentrasies gehandhaaf. Hierdie pH (5,5) verteenwoordig die natuurlike buffergrens in die rumen. Frekwente kragvoervoeding verbreed dus, veral in vroeë laktasie, die natuurlike bufferkapasiteit van hoë produserende melkkoeie. In die huidige studie, waar kragvoerkonsentrasie van 57,4% gedurende vroeg en 'n minimum van 30,98% gedurende midlaktasie gebruik is (HP- en LP-diere), het frekwente kragvoervoeding geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) invloed op rumen-pH uitgeoefen nie. Neigings tot 'n laer gemiddelde daaglikse rumen-pH (waarskynlik weens hoër voerinnames), en meer konstante rumen-pH het wel in vroeë laktasie met meer frekwente kragvoervoeding voorgekom.

Marais (1986) verklaar dat chemiese rantsoenbuffers nie in kombinasie met frekwente kragvoervoeding by rantsoene met 60% kragvoer en hoër, toegepas moet word nie. Frekwente kragvoervoeding het egter in die huidige studie 'n neiging tot 'n laer gemiddelde rumen-pH getoon. Ten spyte van frekwente voeding het rumen-pH's van laer as 6,0 ook vir lang periodes (Figure 4.1 en 4.2) voorgekom. Dit dui daarop dat die gekombineerde praktyk van frekwente kragvoervoeding en gebruik van rantsoenbuffers voordelig mag wees by rantsoene van goeie kwaliteit waar hoë voerinnames behaal word.

4.2.2 Ammoniakkonsentrasie

Ammoniak word in die rumen deur hidrolise van proteïene, peptiedes, aminosure, amiedes en nie-proteïenstikstof gevorm. Alle nie-proteïenstikstof en ongeveer 60% van die doëetproteïen wat deur 'n koei ingeneem word, word in die rumen na ammoniak afgebreek (Satter & Rofler, 1975). Die orige nagenoeg 40% van die dieetproteïen ontsnap mikrobiëse fermentasie in die rumen en beweeg deur na die abomasum en laer ingewande waar dit tot aminosure afgebreek word (Clark & Davis, 1983). Die meerderheid rumenbakterië is baie doeltreffende verbruikers van ammoniakstikstof ($\text{NH}_3\text{-N}$) (Schaefer, Davis & Bryant, 1980). Bryant (1974) soos aangehaal deur Clark en Davis (1983) verklaar dat rumenbakterië, $\text{NH}_3\text{-N}$ as bron van stikstof vir groei verkies. Ammoniak is dan ook die hoofbron van stikstof vir mikrobiëse proteïensintese (Bryant & Robinson, 1963; Pilgrim, Gray, Weller & Belling, 1970; Mathison & Milligan, 1971; Buttery, 1977) maar ook belangrik vir beide sellulolitiese en amilolitiese bakterië (Tillman & Sidhu, 1969).

Rumenmikrobes wat na die laer spysverteringskanaal vloei, is die herkouer se hoofbron van proteïen (Orskov, 1982a). Volgens beramings uit ander navorsingsbronne deur Buttery (1977), het mikrobiëse stikstof 40 tot 78% van die totale nie-ammoniak stikstof in die digesta in die duodenum van melkkoeie uitgemaak. Hierdie diere het almal gemengde

ruvoer- en kragvoerrantsoene ontvang. Volgens Hoogenraad, Hird, White & Leng (1970) wissel die verteerbaarheid van die mikrobiëse proteïene tussen 70 en 80% terwyl Clark & Davis (1983) 'n syfer van 75% aangee. Weens die herkouer se afhanklikheid van mikrobeproteïene, die hoë verteerbaarheid en biologiese waarde daarvan, moet die maksimum hoeveelheid van hierdie proteïene aan die gasheerdier verskaf word (Kaufmann et al., 1980; Clark & Davis, 1983). Die belangrikste rede vir maksimum mikrobiëse groei (dus maksimum mikrobeproteïensintese) is egter om maksimum afbraak van ruvesel en dus hoë voerinnames te verkry (Orskov, 1982a).

Gemiddelde daaglikse rumenammoniakkonsentrasie, maar ook die variasie en konsentrasie oor 'n 24-uur periode het 'n invloed op mikrobeproteïensintese (Clark & Davis, 1983). In die strewe na maksimale mikrobeproteïensintese moet beide hierdie faktore dus in ag geneem word.

4.2.2.1 Gemiddelde daaglikse rumenammoniakkonsentrasie

Rumenammoniakkonsentrasie verhoog met proteïenvoorsiening vanuit die rantsoen en hersirkulasie van ureum deur speeksel. Die mate van verhoging in ammoniakkonsentrasie deur proteïentoevoer vanuit die rantsoen hang egter af van die proteïenbron se oplosbaarheid en verteerbaarheid. Die ammoniakkonsentrasie word deur mikrobiëse benutting,

absorpsie oor die rumenwand na portale bloed en deurvloei van $\text{NH}_3\text{-N}$ na die abomasum verminder. Die chemiese samestelling van rantsoene in die huidige studie was nie betekenisvol ($P \leq 0,05$) verskillend nie en rumendegraderbare proteïen is in alle gevalle oorvoorsien (Tabelle 4.1 en 4.2). Gedurende die verskillende laktasiestadiums het frekwente kragvoervoeding 'n nie-betekenisvolle hoër inname van ruproteïen by die hoë produseerders (veral die 8/D-diere) tot gevolg gehad (Tabel 4.3). Met die geringe hoër RP-verteerbaarheid (Tabel 4.5) wat deur frekwente kragvoervoeding by die HP-diere veroorsaak is, kan 'n hoër rumenammoniakkonsentrasie moontlik by hierdie groep diere verwag word. By die laer produseerders (Tabel 4.4) het frekwente kragvoervoeding slegs gedurende midlaktasie en laatlaktasie met 'n nie-betekenisvolle verhoogde ruproteïeninname gepaard gegaan, terwyl min verskil tussen behandelings in RP-verteerbaarheid (Tabel 4.6) voorgekom het. Hoër rumenammoniakkonsentrasies word ook met rantsoene wat meer ruvoer bevat, weens 'n hoër rumen-pH, verwag (Barrio *et al.*, 1986; Bragg *et al.*, 1986; Shriver *et al.*, 1986) (kyk ook 4.1.2.2 en 4.1.2.3). 'n Hoër ruvoerrantsoenkonsentrasie, in vergelyking met die 2/D-behandelings, is hoofsaaklik by die frekwent gevoerde HP-diere gedurende vroeë en midlaktasies (Tabelle 4.5 en 4.6) gevind. Min verskil in gemiddelde rumen-pH (Tabelle 4.7 en 4.8) het egter tussen konvensioneel- en frekwent gevoerde diere voorgekom. Die persentasie tyd wat rumen-pH onder 6.2

was, (Figure 4.4 tot 4.6), wat volgens Russell & Hespell (1981) ook belangrik is, het ook min tussen behandelings verskil (kyk ook 4.2.1.4). 'n Groter toevoer van ureum na die rumen deur speeksel, en dus 'n hoër rumenammoniakkonsentrasie, word met 'n verhoogde VOMI ver wag (Swart, 1987). 'n Neiging tot hoër OMI (Tabel 4.3) en OM-verteerbaarheid (Tabel 4.5) is by frekwent gevoerde HP-diere gevind. Volgens hierdie bespreking word 'n moontlik verhoogde rumenammoniakkonsentrasie, weens hoër proteïeniname en -verteerbaarheid en 'n moontlike hoër ureumhersirkulasie, by die frekwent gevoerde HP-diere ver wag.

Die gemiddelde daaglikse rumenammoniakkonsentrasie van die hoë en laer produseerders word onderskeidelik in Tabele 4.7 en 4.8 aangetoon. Die gemiddelde rumenammoniakkonsentrasie vir al drie behandelings in beide produksiegroepe het verhoog soos laktasie gevorder het. Teen die verwagting in is nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) dalings in rumenammoniakkonsentrasie in die meerderheid van gevalle deur frekwente voeding teweeggebring. Die HP 8/D-diere gedurende laatlaktasie en die LP 8/D-diere gedurende vroeë laktasie is enkele uitsonderings. Die laer rumenammoniakkonsentrasie weens frekwente voeding is egter in ooreenstemming met die resultaat van Satter & Baumgardt (1962) en Bragg et al. (1986). In teenstelling met die resultate van die huidige studie vind Jensen & Wolstrup

(1977) 'n toename in rumenammoniakkonsentrasie weens frekwente voeding. Soos genoem word rumenammoniak deur verskeie faktore, waaronder mikrobiëse benutting, verminder. Mikrobeproteïensintese is in noue assosiasie met mikrobiëse groei, wat primêr deur die beskikbaarheid van energie bepaal word (Buttery, 1977; Roy, Balch, Miller, Orskov & Smith, 1977; Russell & Hespell, 1981). Indien ammoniak en koofstofskelette genoegsaam is, bepaal die beskikbaarheid van energie die verbruik van ammoniak en sintese van aminosure deur rumenmikrobes (Stern, Hoover, Sniffen, Crooker & Knowlton, 1978; Oldham & Sutton, 1979). Meer fermenteerbare voedingsbronne veroorsaak dus 'n hoër $\text{NH}_3\text{-N}$ verbruik (Orskov, 1975; Buttery, 1977). Die geringe styging in energievertering (kyk 4.1.2) met frekwente kragvoervoeding by HP-diere gedurende alle laktasiestadiums en by die LP-diere gedurende vroeë laktasie mag waarskynlik in hierdie gevalle tot die laer gemiddelde rumenammoniakkonsentrasies by hierdie behandelings bygedra het. 'n Hoër beskikbaarheid van energie en mikrobiëse proteïensintese met frekwente kragvoervoeding word deur Kaufmann (1976), Kaufmann *et al.* (1980) en Clark & Davis (1983) onderskryf. In teenstelling hiermee het die relatief groter afname in rumenammoniakkonsentrasies met frekwente voeding by die LP-diere gedurende midlaktasie nie met 'n styging in energieverteerbaarheid gepaard gegaan nie. Verder is dit onwaarskynlik dat meer ammoniak vanweë frekwente voeding vanuit die rumen geabsorbeer is. Die rede

hiervoor is die lae rumen-pH wat in die huidige studie voorgekom het. Eweneens het frekwente voeding geneig om 'n verlaging in rumen-pH teweeg te bring. By hierdie laer pH's kom ammoniak meer in die ioonvorm (NH_4^+) voor, wat nie deur die rumenwand geabsorbeer word nie (Bartley & Deyoe, 1977).

'n Vinniger deurvloei van die vloeistof- en vastestoffases mag tot 'n groter mate van uitvloei van ammoniak na die omasum en 'n laer rumenammoniakkonsentrasie aanleiding gee (Buttery, 1977; Baldwin & Denham, 1979). 'n Hoër deurvloeitempo van die vastestoffase word deur 'n hoër voeriname veroorsaak (Orskov, 1982a). In die huidige ondersoek het frekwente kragvoervoeding wel, gedurende alle laktasiestadia by die HP-diere en gedurende midlaktasie by die LP-diere, tot 'n nie-betekenisvolle hoër voeriname (Tabelle 4.3 en 4.4) aanleiding gegee. Hierdie faktor kan dus moontlik tot die verlaagde rumenammoniakkonsentrasie met frekwente voeding bygedra het. 'n Groter spekseluitskeiding (wat 70% van die vloeistof in die rumen uitmaak) en wateriname verhoog die vloeistofdeurvloeitempo (Eliman & Orskov, 1984a; Eliman & Orskov, 1984b; Cassida & Stokes, 1986; Swart, 1987). Die daaglikse wateriname van die onderskeie behandelingsgroepe gedurende die verskillende laktasiestadia word in Tabel 4.9 getoon. Frekwente kragvoervoeding het oor die algemeen 'n nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) daling in daaglikse water- per eenheid voeriname teweeggebring. Trouens frekvent gevoerde LP-diere gedurende

Tabel 4.9 Daaglikse waterinname van die onderskeie behandelingsgroepe gedurende die verskillende laktasiestadia

Item	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	HP2/D ¹	HP4/D ²	HP8/D ³	SF ⁴	KV% ⁵	HP2/D	HP4/D	HP8/D	SF	KV%	HP2/D	HP4/D	HP8/D	SF	KV%
Waterinname															
(1)	96.53	93.07	97.94	± 7.27	13.14	94.05	107.00	102.11	± 3.50	3.46	93.28	94.17	97.44	± 2.66	2.80
(l/kg droëmateriaalinname)	4.50	4.27	4.29	± 0.22	5.05	4.06	3.94	3.90	± 0.73	17.89	4.27	4.04	4.11	± 0.29	6.95
	LP2/D ⁶	LP4/D ⁷	LP8/D ⁸	SF	KV%	LP2/D	LP4/D	LP8/D	SF	KV%	LP2/D	LP4/D	LP8/D	SF	KV%
(1)	88.41	78.34	82.52	± 2.15	2.60	84.32	85.90	86.75	± 7.78	9.09	87.37	87.91	88.93	± 6.38	7.24
(l/kg droëmateriaalinname)	4.38	4.16	4.17	± 0.38	8.62	4.82 ^a	4.24 ^b	4.07 ^b	± 0.12	2.68	4.32	4.21	4.33	± 0.31	7.22

1. Hoë produseerders twee keer/dag kragvoer
2. Hoë produseerders vier keer/dag kragvoer
3. Hoë produseerders agt keer/dag kragvoer
4. Standaardfout van die gemiddelde
5. Koeffisient van variasie
6. Laer produseerders twee keer/dag kragvoer
7. Laer produseerders vier keer/dag kragvoer
8. Laer produseerders agt keer/dag kragvoer
9. Gemiddeldes in dieselfde reël met verskillende bokstafte verskil betekenisvol ($P \leq 0.05$)

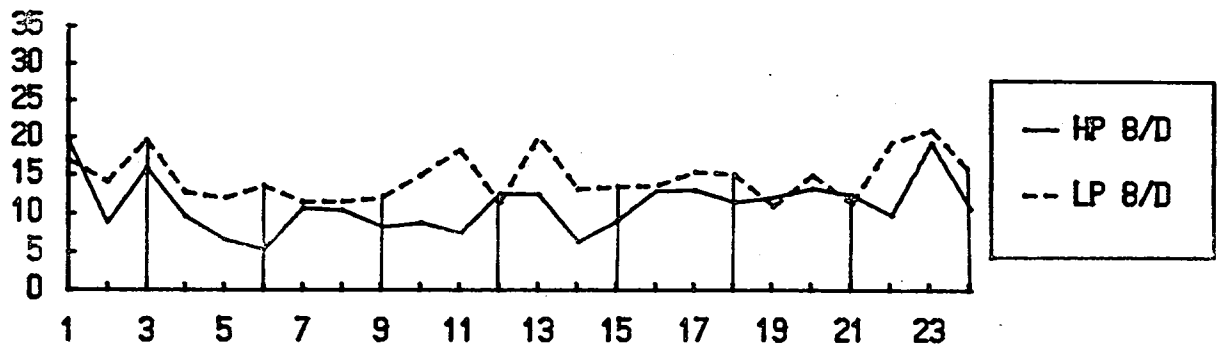
midlaktasie het betekenisvol ($P \leq 0,05$) minder water per eenheid voer ingeneem. Dit is in teenstelling met die data van Gill & Castle (1983) en Nocek & Braund (1985) wat beide nie-betekenisvolle hoër waterinname per eenheid voeriname weens frekwente voeding gevind het.

Samevattend blyk dit dat die nie-betekenisvolle laer gemiddelde rumenammoniakkonsentrasies weens frekwente voeding in die huidige studie waarskynlik die gevolg van 'n hoër mikrobiese groeitempo was. 'n Relatief vinniger deurvloei van proteïenaanvullings (kyk 4.1.2.2), vastestof- en vloeistoffase met frekwente voeding kan egter moontlik ook tot die laer rumenammoniakkonsentrasies bygedra het. Deur gebruik te maak van aaneenlopende in vitro fermentasies met gemengde rumenmikrobes het Satter & Slyter (1974) bevind dat $\text{NH}_3\text{-N}$ konsentrasies van 2 tot 5 mg/100 ml rumenvloeistof voldoende is vir maksimum mikrobiese proteïensintese. Buttery (1977) het verklaar dat hierdie rumenammoniakkonsentrasie voldoende is vir maksimum mikro-beproteïensintese deurdat ensieme betrokke by die aanvanklike gebeure in ammoniakbenutting 'n hoë affiniteit vir ammoniak toon. Volgens dieselfde outeur is rumenbakterieë waarskynlik ook in staat om ammoniak in rumenvloeistof te konsentreer. Vele werkers (Buttery, 1977; Baldwin & Denham, 1979; Russell & Hespell, 1981; Clark & Davis, 1983; Barrio et al., 1986) het egter, om verskeie

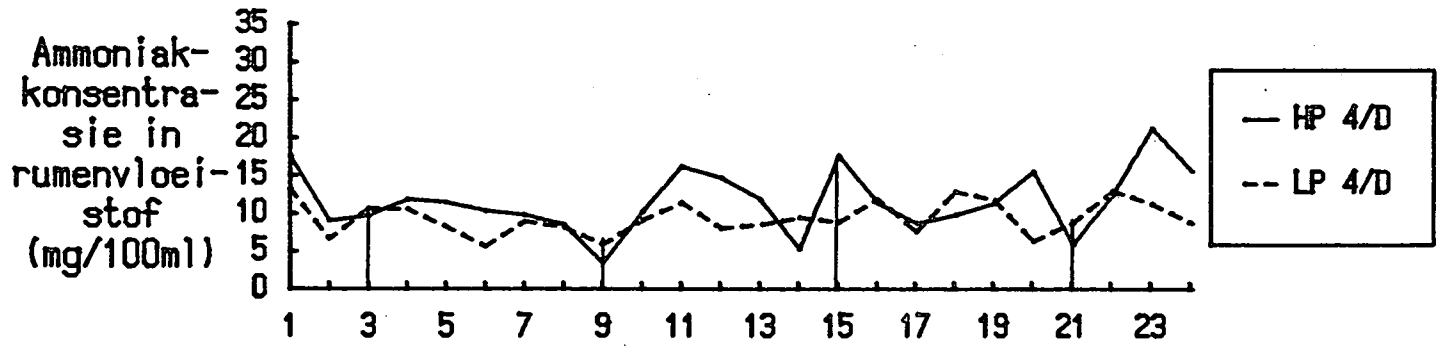
redes, verklaar dat 2 tot 5 mg ammoniak/100 ml rumenvloeistof te laag is vir maksimum in vivo proteïnsintese. Verskeie studies het ook bewys dat hoë produseerders nog voordeel getrek het toe ureum bygevoeg is tot 'n rantsoen wat reeds 11 tot 12% RP (dit stem ooreen met 2 tot 5 mg ammoniak per 100 ml rumenvloeistof) bevat het (Bartley & Deyoe, 1977; Erasmus, 1987). Volgens bronne deur Buttery (1977) aangehaal word 'n maksimum in vivo mikrobiëse proteïnsintese tussen 9 en 13 mg NH₃-N/100 ml rumenvloeistof bereik. Alle behandelings in die huidige studie (Tabelle 4.7 en 4.8) het 'n gemiddelde daaglikse rumenammoniakkonsentrasie van tussen hierdie grense of hoër getoon. Volgens Orskov (1982a) is die optimum groeitempo van mikrobies egter belangrik, nie soseer om optimum mikrobiëse opbrengste te verkry nie, maar om maksimum afbraak van voer en dus hoë voerinnames te verkry. Erdmann et al. (1986) het die maksimum DM-verteerbaarheid van onderskeidelik mielies en lusernhooi (minder fermenteerbare energie as mielies) by 25 en 5 mg NH₃-N/100 ml rumenvloeistof gevind. Weens wye variasie en verskillende eksperimentele omstandighede (soos rantsoensamestelling) is dit moeilik om die gemiddelde rumenammoniakkonsentrasie in die huidige studie te vergelyk met gegewe optimumpeile in die literatuur.

4.2.2.2 Variasie in rumenammoniakkonsentrasie

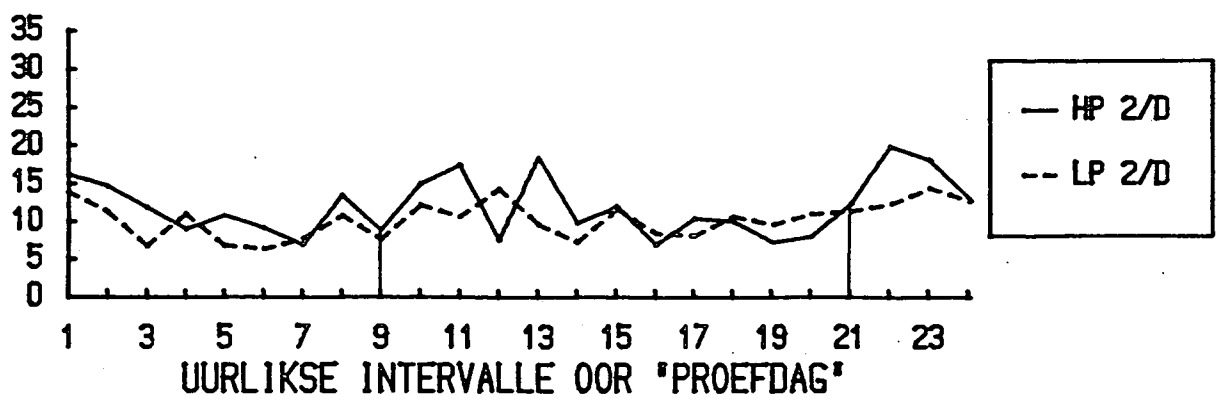
Die variasie in rumenammoniakkonsentrasies oor 24-uur periodes word in Figure 4.7 tot 4.9 aangetoon. Hiervolgens blyk dit dat frekwente kragvoervoeding in sommige gevalle (HP 8/D en LP 4/D gedurende vroeë laktasie, HP 8/D, LP 4/D en LP 8/D gedurende midlaktasie en HP 4/D, LP 4/D en LP 8/D gedurende laatlaktasie) 'n nie-betekensvolle ($P \leq 0,05$) kleiner afwyking in rumenammoniakkonsentrasie vanaf die daaglikse gemiddelde veroorsaak het. Dit is in ooreenstemming met die resultate van Satter & Baumgardt (1962), Burt & Dunton (1967) en Jensen & Wolstrup (1977) wat ook meer konstante rumenammoniakkonsentrasies met frekwente kragvoervoeding gevind het. In ooreenstemming met die bevindinge van Satter & Baumgardt (1962) het pieke in rumenammoniakkonsentrasies in die geval van die HP2/D en LP2/D binne een tot twee ure na kragvoervoeding voorgekom. Dit was egter nie deurgaans die geval waar frekwente kragvoervoeding toegepas is nie. 'n Oormaat ammoniak wat gedurende piekproduksietye na kragvoervoeding mag ontstaan, word in die bloed geabsorbeer en in die lewer na ureum omgesit (ontgiftig). Groot hoeveelhede van hierdie ureum word in die urine uitgeskei en is as stikstofbron vir die melkkoei verlore (Satter & Baumgardt, 1962; BATTERY, 1977; Kaufmann *et al.*, 1980). Hierdie proses benadeel die doeltreffendheid van ammoniakverbruik vir proteïensintese (Clark & Davis, 1983), benadeel ook energiebenutting



	HP 8/D	LP 8/D
Sa	3,50	2,96
x	11,17	14,72
min	5,53	11,06
maks	19,50	20,93

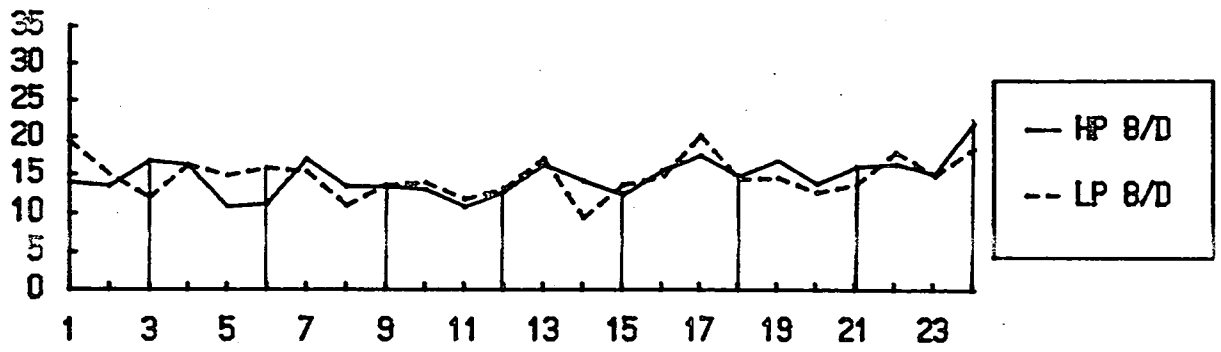


	HP 4/D	LP 4/D
Sa	4,12	2,19
x	11,67	9,40
min	3,41	5,66
maks	21,30	13,25

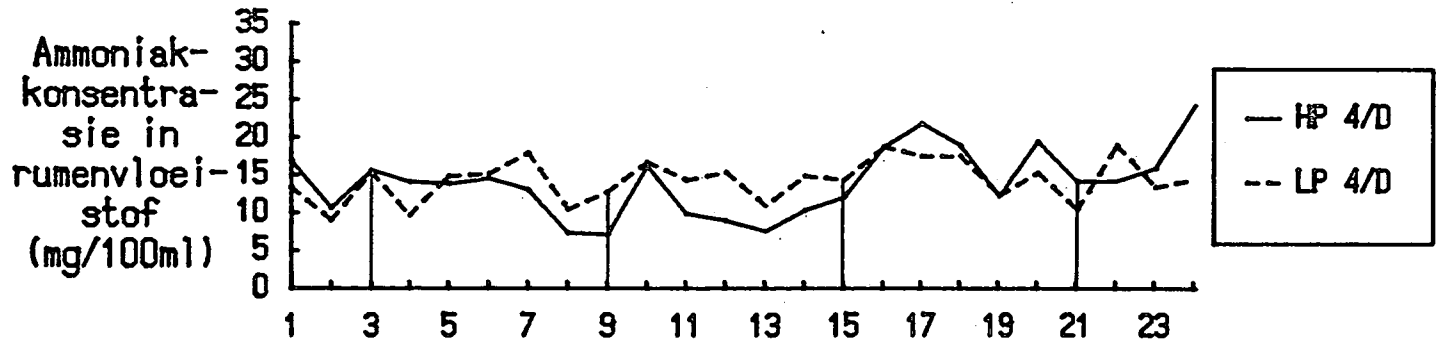


	HP 2/D	LP 2/D
Sa	3,87	2,40
x	11,91	10,20
min	6,84	6,26
maks	19,82	14,63

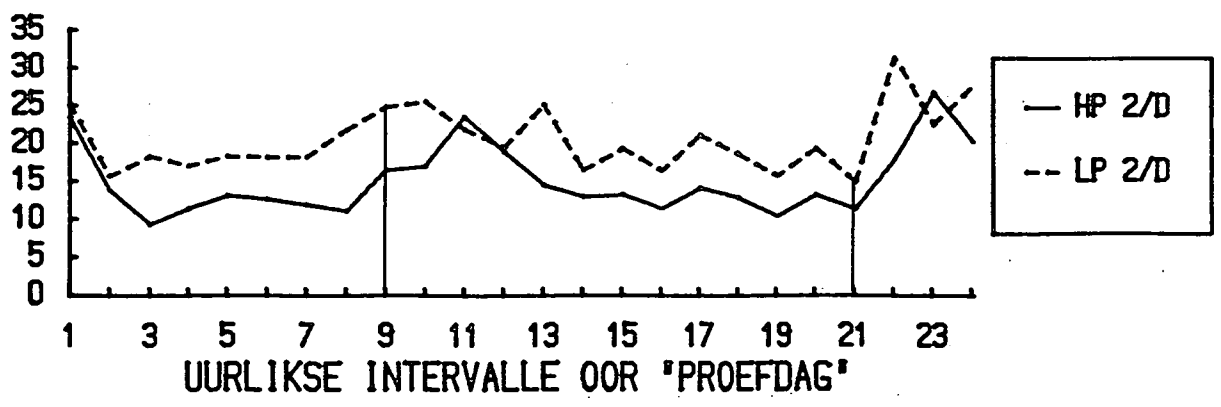
Figuur 4.7 Die rumenammoniak-konsentrasie oor 'n 24-uur periode by die hoë en laer produseerders gedurende vroeë laktasie



	HP 8/D	LP 8/D
Sa	2,44	2,53
x	14,79	14,81
min	10,90	9,43
maks	21,93	20,20

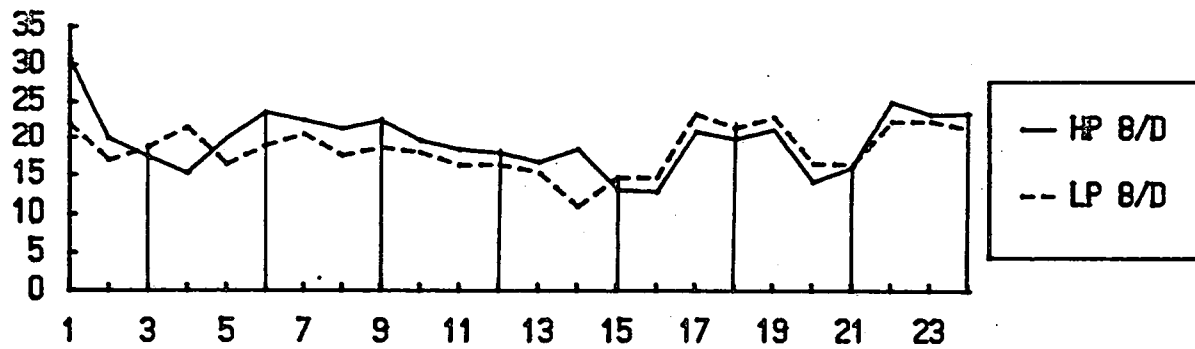


	HP 4/D	LP 4/D
Sa	4,46	2,77
x	14,06	14,29
min	7,07	9,00
maks	24,33	18,94

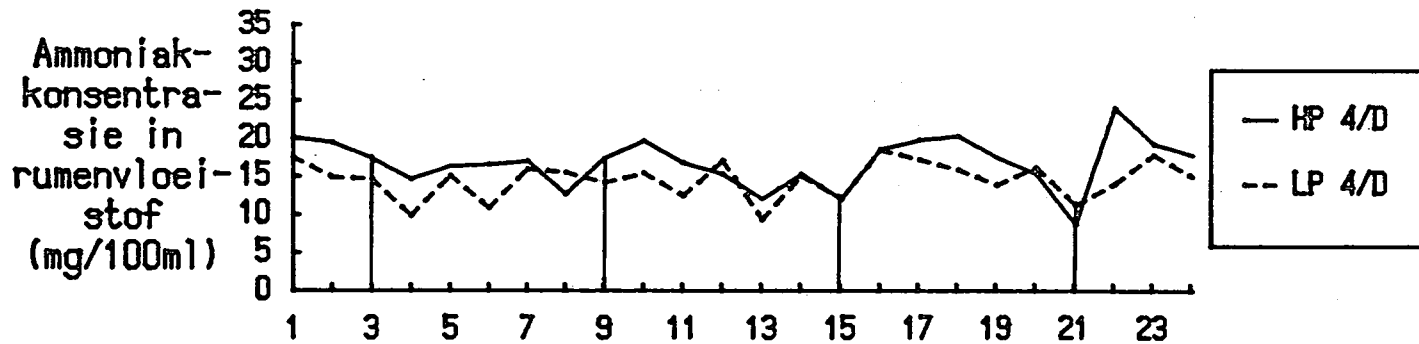


	HP 2/D	LP 2/D
Sa	4,49	4,17
x	14,99	20,46
min	9,26	14,84
maks	26,63	31,32

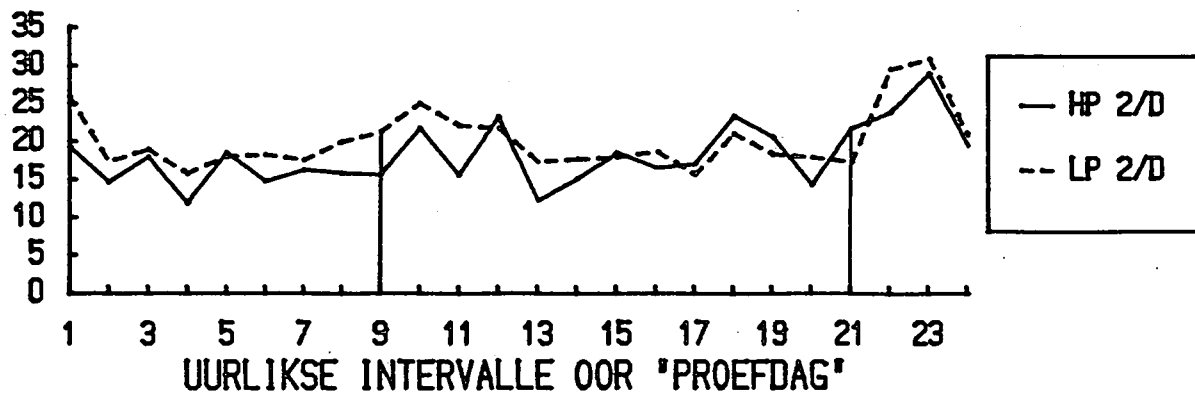
Figuur 4.8 Die rumenammoniakkonsentrasie oor 'n 24-uur periode by die hoë en laer produseerders gedurende midlaktasie



	HP 8/D	LP 8/D
Sa	3,95	3,02
x	19,66	18,41
min	12,96	11,03
max	30,73	23,05



	HP 4/D	LP 4/D
Sa	3,24	2,44
x	16,85	14,58
min	8,77	9,33
max	24,05	18,46



	HP 2/D	LP 2/D
Sa	4,03	3,95
x	18,16	20,14
min	11,80	15,58
max	29,01	30,87

Figuur 4.9 Die rumenammoniak-konsentrasie oor 'n 24-uur periode by die hoë en laer produseerders gedurende laatlaktasie

(Buttery, 1977; Woodford et al., 1986) en dus die doeltreffendheid van rantsoenverbruik (Garcia et al., 1980). Om genoemde redes en omdat hoë kwaliteit proteïen verlore mag gaan word winsgewendheid van melkproduksie verlaag (Oldham & Sutton, 1979).

Die neiging tot 'n meer konstante ammoniakkonsentrasie met frekwente voeding in die huidige studie mag moontlik 'n ooreenkomstige besparing en doeltreffender verbruik van ammoniak meebring het (Garcia et al., 1980; Bragg et al., 1986). Volgens Martz, Williams, Campbell, Sikes & Hilderbrand, (1971), Bartley & Deyoe (1977) en Johnson (1980) kan frekwente voeding veral handig te pas kom indien ureum (wat ten volle in die rumen na ammoniak afgebreek word) in rantsoene ingesluit word.

Die daaglikse minimum ammoniakvlakke wat in die huidige ondersoek waargeneem is, word ook in Figure 4.7 tot 4.9 weergegee. Die minimum daaglikse ammoniakvlakke, tussen frekwente- en konvensionele kragvoervoeding het nie betekenisvol ($P \leq 0,05$) verskil nie. Daar was egter 'n neiging dat rumenammoniakkonsentrasies met meer frekwente voeding laer daal. Een uitsondering was die LP 8/D-diere gedurende vroeë laktasie (Figuur 4.7) wat nie sulke lae ammoniakkonsentrasies soos die ooreenstemmende LP 2/D-diere bereik het nie (kyk aangeduide minimumvlakke, Figure 4.7 tot 4.9). Volgens in vitro resultate van Satter & Slyter (1974)

en in vivo resultate soos aangehaal deur Clark & Davis (1983) het 'n tekort aan stikstof, mikrobiëse proteïensintese verminder terwyl die afbraak van OM en die produksie van VVS nie beïnvloed is nie. Poos, Bull & Hemken (1979) het egter gevind dat 'n tekort aan stikstof op mikrobevlak, tempo van vertering in die rumen en so die inname van DM verminder het. Veselvertering word hierdeur nadelig beïnvloed (Orskov, 1982a; Dixon, 1986; Shriver et al., 1986). Meissner, Köster, Köster, Kriek, Linde, Janse van Rensburg & Taylor (1988) het selfs, na die toediening van 'n stadig oplosbare N-bron aan skape op proteïenryke weiding, tot die gevolgtrekking gekom dat die onderdrukking van veselvertering deur energie-aanvulling meer verwant was aan N-beskikbaarheid in die rumen as 'n verlaagde rumen-pH. Rofler & Tacker (1983) het, in ooreenstemming met bogenoemde resultate gevind dat 'n lae rantsoenproteïenkonsentrasie (13%) die inname van DM, melkproteïen en bottervetproduksie by koeie in vroeë laktasie verlaag het. Hierdie tekorte aan ammoniak kan op sekere tye na voeding voorkom (Russell & Hespell, 1981; Dixon, 1986). 'n Kritiese minimum rumenammoniakkonsentrasie van tussen 2,0 en 7,64 mg/100 ml rumenvloeistof vir maksimum vertering van ruvoerrantsoene word deur Satter & Roffler (1975) en Erdman et al. (1986) voorgestel. Slegs diere gedurende vroeë laktasie en HP 4/D-diere gedurende midlaktasie het vir kort tye gedurende 24-uur periodes, in die huidige studie, rumenammoniakkonsentrasies laer as 7,64 mg/100 ml

rumenvloeistof gehandhaaf. 'n Aanhoudende en gelykmatige vrystelling van ammoniak vanuit ruvoere soos deur Orskov (1982a) gevind, kan moontlik die relatief hoë rumenammoniakkonsentrasies wat tussen voedingstye by 2/D-behandelings gevind is, verklaar.

Samevattend blyk dit dat betekensvolle verskille tussen konvensioneel- en frekwent gevoerde diere ten opsigte van die verskillende ammoniak-data nie voorgekom het nie. Frekwente kragvoervoeding het slegs geneig om 'n laer gemiddelde daaglikse ammoniakkonsentrasie te veroorsaak. Tendense soos 'n meer konstante rumenammoniakkonsentrasie en laer ammoniakpieke na kragvoervoeding is ook in sommige gevalle met frekwente kragvoervoeding gevind.

4.2.3 Vlughtige vetsuurkonsentrasie

Die herkouer is aangepas om vlughtige vetsure (VVS), wat in die rumen geproduseer word, as bron van energie te gebruik (Orskov, 1975). Volgens McCullough (1976) maak VVS ongeveer 66% van die verteerbare energie in 'n herkouerrantsoen uit en volgens Annison & Armstrong (1970) soos aangehaal deur Annison (1984) mag VVS 50 tot 60% van die metaboliseerbare energie-inname by herkouers uitmaak. Vlughtige vetsure is dus die hoofbron van energie vir die herkouer (Orskov, 1975).

Asynsuur en propioonsuur is die belangrikste VVS afkomstig vanaf fermentasie in die rumen (Marais, 1986). Propionaat word in 'n groot mate deur glukoneogenese in die lewer na glukose omgeskakel. Volgens Van der Walt (1978) is 90% van die omset van glukose afkomstig vanaf 'n inwendige oorsprong. Tydens die aanvang van laktasie is daar onderskeidelik 'n 60 tot 150% en 'n twee- tot drievoudige verhoging in die omset van glukose en asetaat (Ulyatt, Whitelaw & Watson, 1970; Van der Walt & Briel, 1976; Van der Walt, 1984). Volgens Van der Walt (1984) beloop die omset van onderskeidelik glukose en asetaat in die lakterende dier 270 tot 372 en 472 tot 318 mikrogram koolstofatome per minuut ($\mu\text{g C-atome min}^{-1}$). Hiervan word 60 tot 85% van die glukose en 40 tot 80% van die asetaat deur die uierweefsel vanuit die bloed onttrek (Bickerstaffe & Annison, 1974; Davis & Collier, 1985). Die styging in omset met die aanvang van laktasie en die relatief hoë fraksie van verbruik deur die uierweefsel, dui aan dat melkproduksie 'n hoë vlak van VVS-produksie vereis (McCullough, 1976). Volgens Thomas & Kelly (1976) moet ook gewaak word teen tekorte in energievoorsiening aan die uier gedurende sekere tye in die voedingsiklus van koeie. Die produksie van VVS moet dus konstant hoog gehou word (McCullough, 1976, 1979). Aan die ander kant mag energie vir produksie verlore gaan indien die beskikbaarheid van energierijke verteringseindprodukte die benuttingskapasiteit van die dier oorskry (Rees & Rowlinson, 1985).

Volgens Clark en Davis (1983) moet nie net die hoeveelheid, maar ook die balans van voedingstowwe wat vanaf die spysverteringskanaal geabsoberbeer word, in ag geneem word. Die spesiale eienskappe van die herkouer se verteringstelsel betrek alle aspekte van voedingstofvoorsiening en verbruik (Annison, 1984). In herkouers is asetaat en nie glukose, die hoofvoorloper of koolstofbron vir vetsure wat vir vetsintese gebruik word (McCullough, 1976). Die verskil tussen herkouers en enkelmaagdiere spruit voort uit die rol van glukose en asetaat as die voorlopers van asetiel-KoA (Van Soest, 1983). Herkouerweefsel word deur lae vlakke van die ensieme ATP-sitraat-liase en NADP-malaat-dehidrogenase gekenmerk (Van Soest, 1983; Annison, 1984). In die geval van die rot vorm hierdie ensieme deel van die siklus wat asetiel-KoA (verkry vanaf glukose) vanaf die mitokondria na die sitoplasma oordra, vir die sintese van vrye vetsure. Die lae vlakke van hierdie ensieme is die rede waarom glukose in alle herkouerweefsel teen lae vlakke in vetsure geïnkorporeer word (Ballard, Hanson & Kronfeld, 1969). Van der Walt (1984) het gevind dat 184 tot 253 μg C-atome min^{-1} (uit 'n totale omset van 270 tot 372) deur die uierweefsel en 20 tot 25 μg C-atome min^{-1} vir vetsintese in spierweefsel verbruik word. In die uier word 16 tot 34% van die glukose geoksideer, terwyl die res hoofsaaklik vir die sintese van laktose aangewend word (Baumann, 1984; Van der Walt, 1984; Forsberg, Baldwin & Smith, 1985). In

teenstelling hiermee word asetaat geredelik in die sitoplasma van die herkouer se adipose- en uierweefsel na asetiel-KoA omgesit. Vernon (1976) soos aangehaal deur Annison (1984) het met radio-aktiewe $[1-^{14}\text{C}]$ -asetaat vasgestel dat hierdie metaboliet as voorloper vir byna alle vetsuursintese in beide spier- en adipose weefsel van skape gedien het. Met dieselfde tegniek is in vitro vasgestel dat onderskeidelik 97 en 3% van die koolstof in die vetsure van skape se uierweefsel van asetaat en glukose afkomstig was. Soortgelyke resultate is vroeër in vivo, deur die gebruik van $[1-^{14}\text{C}]$ -asetaat by bokke verkry (Popjak, French & Folley, 1951; Popjak, French, Hunter & Martin, 1951). Vetsuursintese benodig egter ook reduserende ekwivalente in die vorm van nikotinamied adenien dinukleotied fosfaat (NADPH). In die enkelmaagdier word hierdie ekwivalente verkry vanaf twee bronne naamlik die pentose- en die isositraat siklus met glukose as voorloper (Annison, 1984). In die herkouer word 'n verdere besparing van glukose teweeggebring deurdat sommige van die NADPH benodig, deur die iso-sitraat siklus (isositraat-oksaalasetaat wisseling) met asetaat as voorloper verskaf word (Van Soest, 1983). Glukose is dus tog belangrik weens die sleutelrol wat dit in die metabolisme van vetsure en veral laktose in die uier vervul (Clark en Davis, 1983). Doeltreffendheid van die fermentasieproses, die doeltreffendheid van benutting van energierijke verteringseindprodukte vir melkproduksie en die benutting van energie vir melk- of liggaamsvetproduksie kan

deur die verhouding van asynsuur- tot propioonsuurproduksie (As/Ps verhouding) beïnvloed word (Orskov, 1975). Volgens bogenoemde outeur beïnvloed hierdie prosesse uiteindelik weer die voerverbruiksdoeltreffendheid. Die aanwending van energie vir die produksie van liggaamsvet veroorsaak 'n daling in bottervetinhoud van melk of totale melkproduksie (Orskov, 1975). Die ideale As/Ps verhouding vir die doeltreffendste melkproduksie is 3:1 (Jorgensen & Schultz, 1963; Orskov, 1975; Marais, 1986).

Die resultaat ten opsigte van die invloed van frekwente kragvoervoeding op energierike verteringseindprodukte sal in hierdie studie in terme van die hoeveelheid VVS geproduseer, variasie in produksie oor 24-uur periodes en die asyn- tot propioonsuurverhouding geïnterpreteer word.

4.2.3.1 Totale- en individuele vlugtige vetsuurkonsentrasies

Die konsentrasie VVS in die rumen hang van die fermentasietempo, die absorpsietempo van VVS vanuit die rumen en die volume rumenvloeistof af (Balch en Rowland, 1957). Omdat VVS in direkte verhouding tot hulle produksie vanuit die rumen geabsorbeer word, is konsentrasie 'n aanduiding van die produksie van VVS (Broster, 1972).

Volgens die resultate in Tabelle 4.7 en 4.8 het frekwente kragvoervoeding die gemiddelde totale VVS-produksie nie statisties betekenisvol ($P \leq 0,05$) beïnvloed nie. Dit blyk ten opsigte van hierdie parameter egter dat frekwente kragvoervoeding gedurende vroeë laktasie 'n nie-betekenisvolle afname by die HP-diere veroorsaak het. Daarenteen is die teenoorgestelde resultate by die HP-diere in mid- en laatlaktasie en LP-diere in vroeë- en midlaktasie verkry. In proewe met beide beeste (Satter & Baumgardt, 1962; Jensen & Wolstrup, 1977) en skape (Roth & Kirchgessner, 1976) het 'n hoër voerfrekwensie eweneens nie die gemiddelde totale VVS konsentrasie, betekenisvol ($P \leq 0,05$) beïnvloed nie. 'n Neiging tot 'n hoër gemiddelde VVS konsentrasie word egter deur Johnson (1980) en Sutton (1985) by lakterende koeie gevind. 'n Betekenisvolle hoër totale VVS-konsentrasie word deur Kaufmann (1976) met lakterende koeie tot vyf maande in laktasie gevind. Die hoër produksie van VVS kon die gevolg van verhoogde mikrobiese aktiwiteit gewees het (Rees & Rowlinson, 1985). In ooreenstemming met die huidige studie het Balch & Rowland (1957) met 'n vasgestelde hoeveelheid ruvoer en frekwente kragvoervoeding 'n geringe invloed op die produksie van totale VVS waargeneem. Hoër totale VVS-konsentrasies gee normaalweg aanleiding tot 'n verhoogde melkproduksie, maar laer bottervetkonsentrasie in melk (Sutton *et al.*, 1985). Weens die nie-betekenisvolle verskille in totale VVS kon geen of

slegs geringe verskille in melkproduksie vanweë frekwente voeding in die huidige studie verwag word.

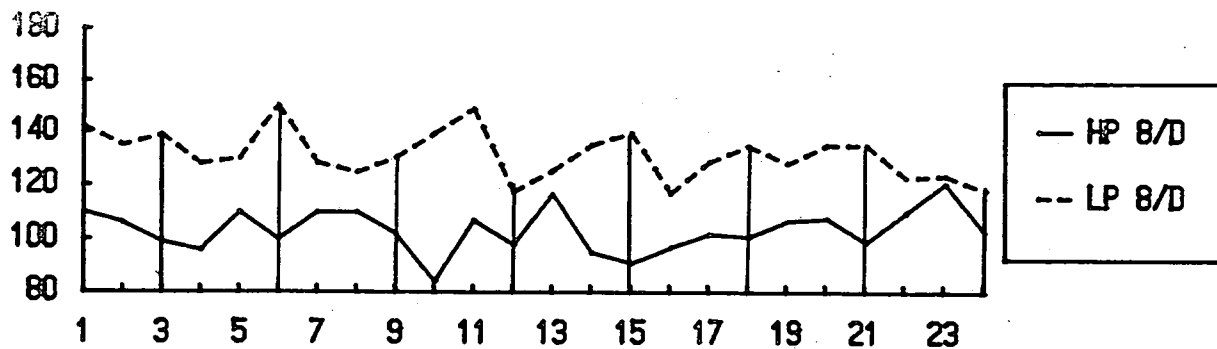
Tabelle 4.7 en 4.8 toon dat frekwente kragvoervoeding in hierdie ondersoek die produksie van die individuele vlugtige vetsure nie statisties betekenisvol ($P \leq 0,05$) beïnvloed het nie. Die konsentrasie van asynsuur ($\mu\text{m/ml}$) het in die meeste gevalle nie-betekenisvol met frekwente - in vergelyking met konvensionele kragvoervoeding gestyg. Enkele uitsonderings was die HP 4/D- en HP 8/D-diere in vroeë laktasie en die LP 4/D-diere in laat laktasie. Hierdie geringe styging in die produksie van asynsuur met frekwente voeding is in ooreenstemming met die bevindings van McCullough (1976), Jensen & Wolstrup (1977), en Sutton (1985) maar in teenstelling met die bevinding van Jorgenson et al. (1965). In ooreenstemming met studies uitgevoer deur Burt & Dunton (1967) en Kaufmann (1976) het die produksie van propioonsuur in die huidige studie nie-betekenisvol met frekwente voeding toegeneem. Weer eens was daar egter enkele uitsonderings (HP 4/D en HP 8/D gedurende vroeë laktasie en HP 4/D asook LP 4/D gedurende laatlaktasie). Asyn- en propioonsuurkonsentrasie het dus beide 'n stygende tendens met frekwente kragvoervoeding (4/D en 8/D) getoon. Buiten vir die HP-diere gedurende vroeë laktasie waar frekwente voeding 'n nie-betekenisvolle afname veroorsaak het, is geen duidelike effek op bottersuurkonsentrasie uitgeoefen nie. Frekwente voeding het ook 'n nie-

betekenisvolle daling in valeriaansuurkonsentrasie by die LP-diere in alle laktasie stadiums teweegbring.

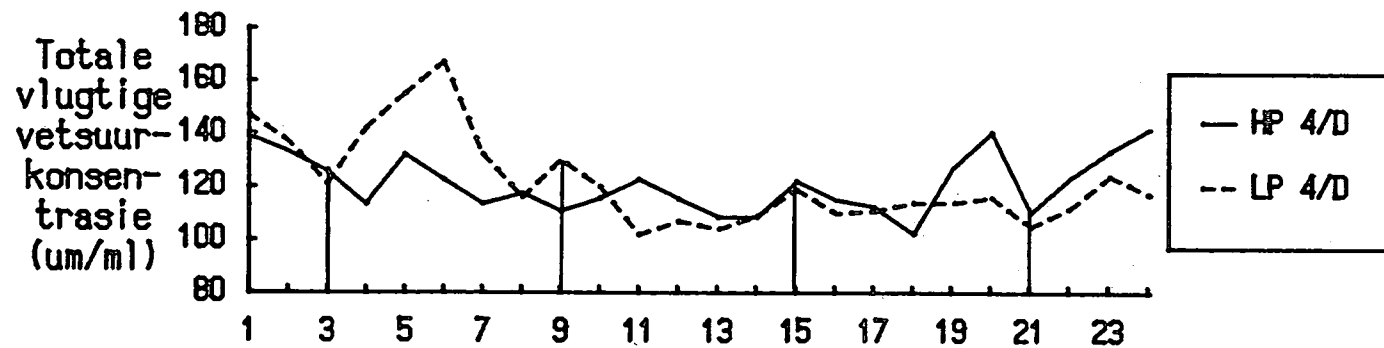
Ten spyte van die gunstige invloed wat 'n hoër ruvoerkonsentrasie en frekwente kragvoervoeding behoort uit te oefen (Balch 1971; Orskov, 1975; McCullough, 1976; Woodford et al., 1986) en bevestigende resultate uit die literatuur (Kaufmann, 1973; Nakashima & Kikuchi, 1975; Bragg et al., 1985; Bragg et al., 1986) het daar oor die algemeen slegs 'n geringe hoër molare persentasie asynsuur in die huidige studie (Tabelle 4.7 en 4.8) voorgekom. In teenstelling met die bevindinge van Bartley & Deyoe (1977) het hierdie hoër fraksie asynsuur ook met 'n nie-betekenisvol ($P \leq 0,05$) hoër molare persentasie propioonsuur (HP 4/D-diere in vroeg en laat laktasie uitgesluit) by die hoë produseerders gepaard gegaan. Daar het egter in die meeste gevalle 'n nie-betekenisvolle afname in persentasie propioonsuur by die laer produseerders voorgekom. Rohr en Daenicke (1973) verklaar in die verband dat frekwente kragvoervoeding slegs by lae ruvoerrantsoene (40% of laer), 'n werklike verhoging in die fraksie asynsuur veroorsaak.

4.2.3.2 Variasie in totale- en individuele vlugtige vet-sure

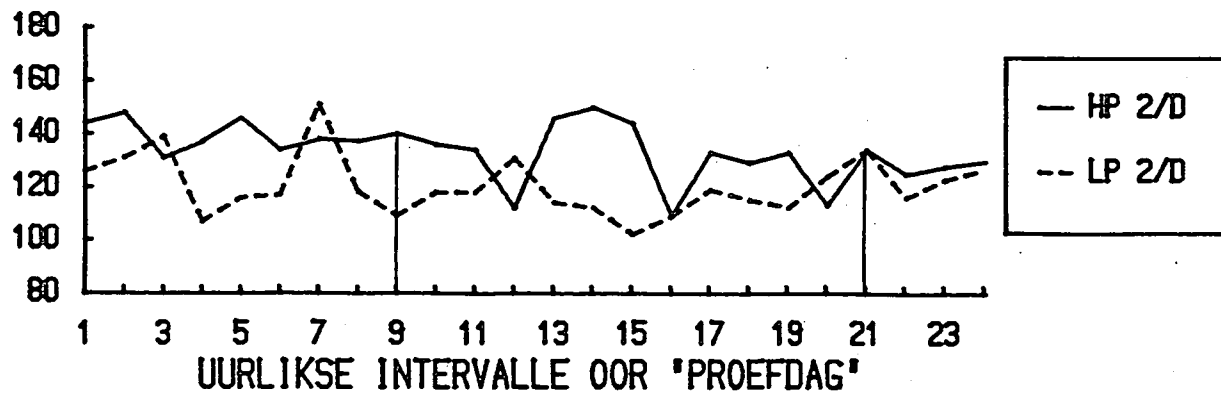
Die variasie in totale VVS-konsentrasies oor 24-uur periodes word in Figure 4.10 tot 4.12 aangedui. Geen betekenisvolle



	HP 8/D	LP 8/D
Sa	7,99	8,72
x	108,48	130,33
min	84,41	117,15
maks	120,96	150,10

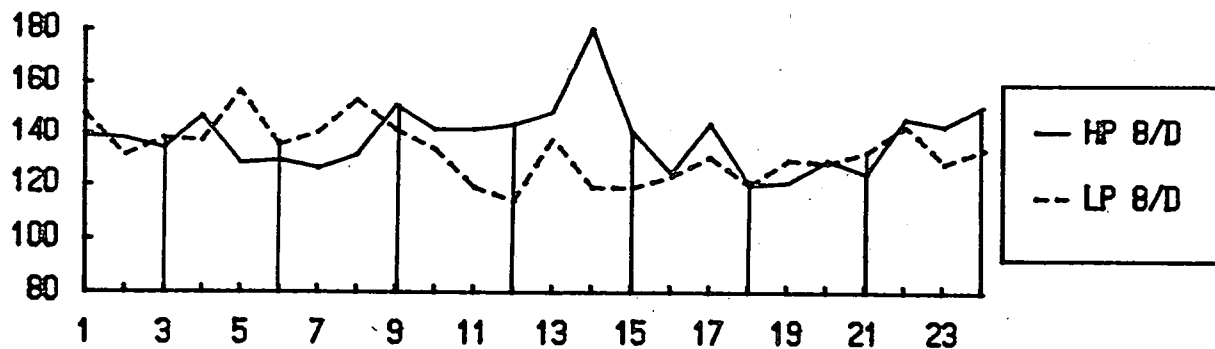


	HP 4/D	LP 4/D
Sa	10,86	16,57
x	121,14	120,88
min	102,19	104,31
maks	140,55	166,69

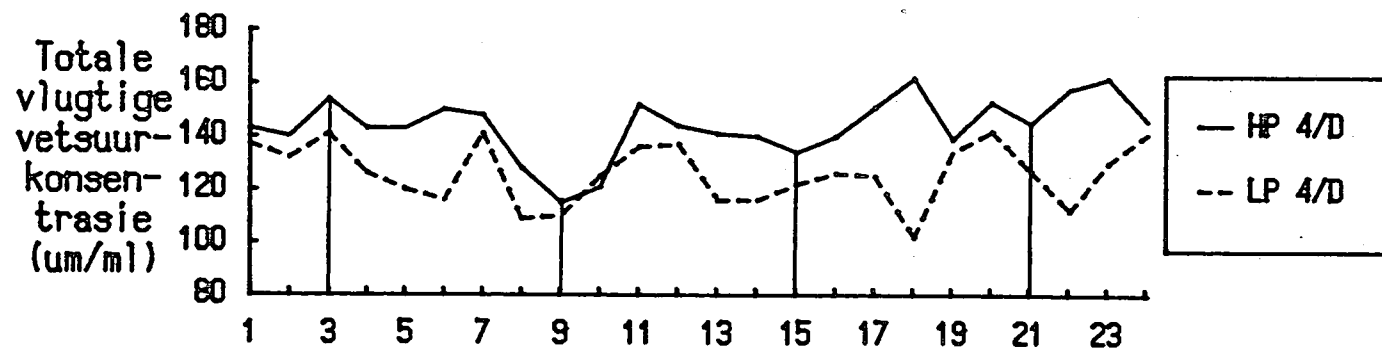


	HP 2/D	LP 2/D
Sa	10,55	10,58
x	133,79	117,88
min	109,35	101,52
maks	150,21	150,75

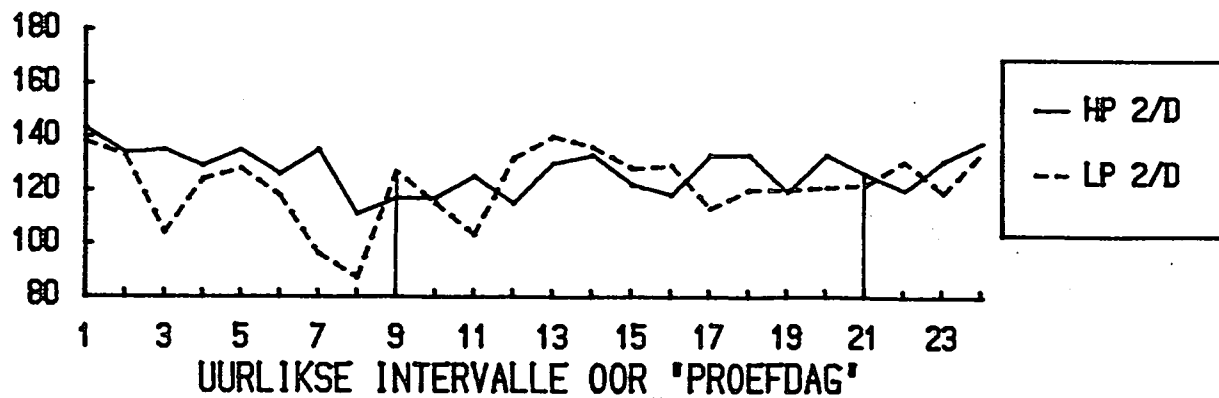
Figuur 4.10 Die totale vlugtige vetsuurkonsentrasies oor 'n 24-uur periode by die hoë en laer produseerders gedurende vroeë laktasie



	HP 8/D	LP 8/D
Sa	12,63	10,71
x	138,13	132,83
min	120,22	114,28
maks	179,71	153,05

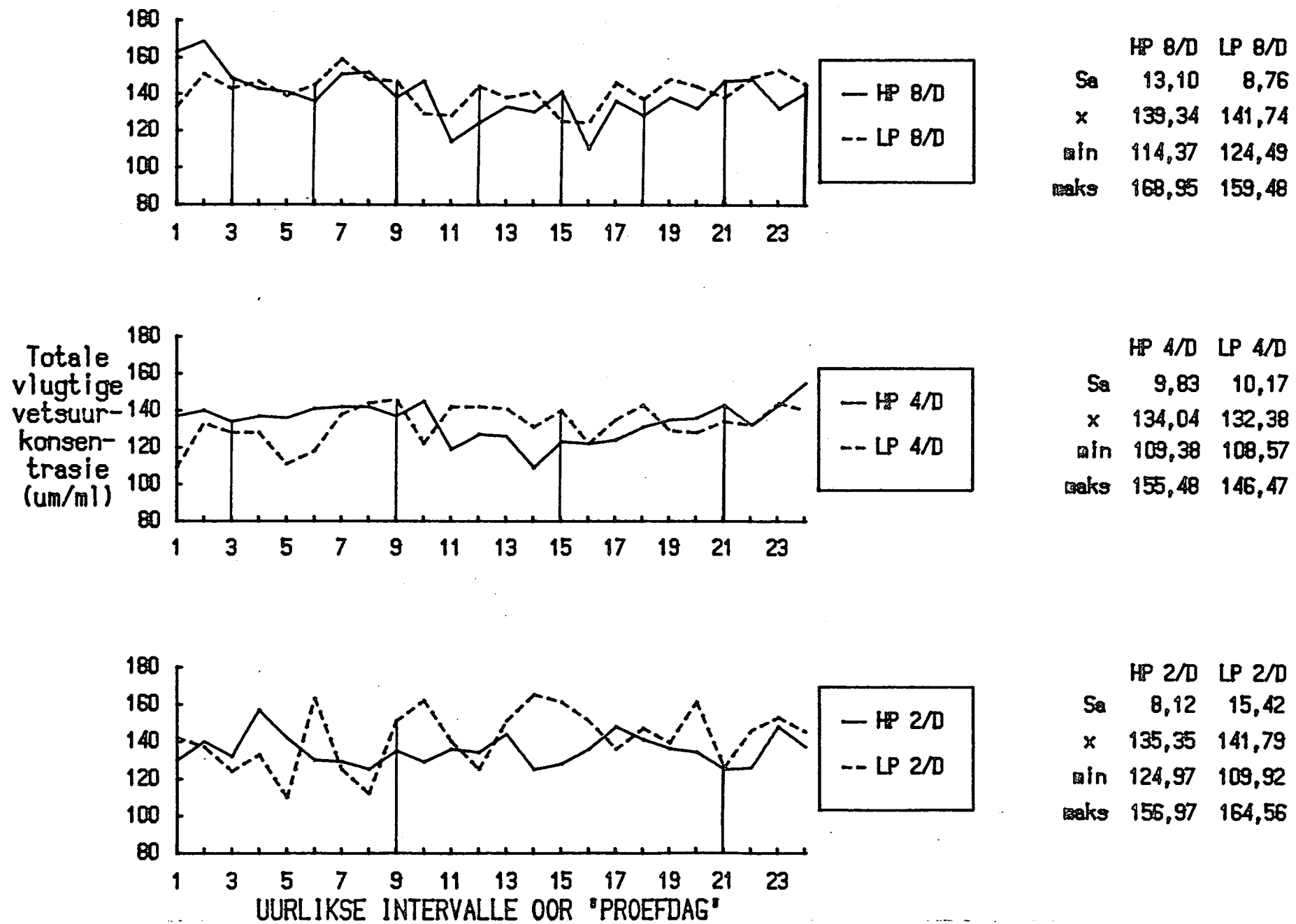


	HP 4/D	LP 4/D
Sa	11,11	11,22
x	143,74	125,84
min	114,51	101,79
maks	161,83	141,67



	HP 2/D	LP 2/D
Sa	8,25	13,08
x	127,36	121,62
min	110,61	87,40
maks	143,27	137,75

Figuur 4.11 Die totale vlugtige vetsuurkonsentrasies oor 'n 24-uur periode by die hoë en laer produseerders gedurende midlaktasie



Figuur 4.12 Die totale vlugtige vetsuurkonsentrasies oor 'n 24-uur periode by die hoë en laer produseerders gedurende laatlaktasie

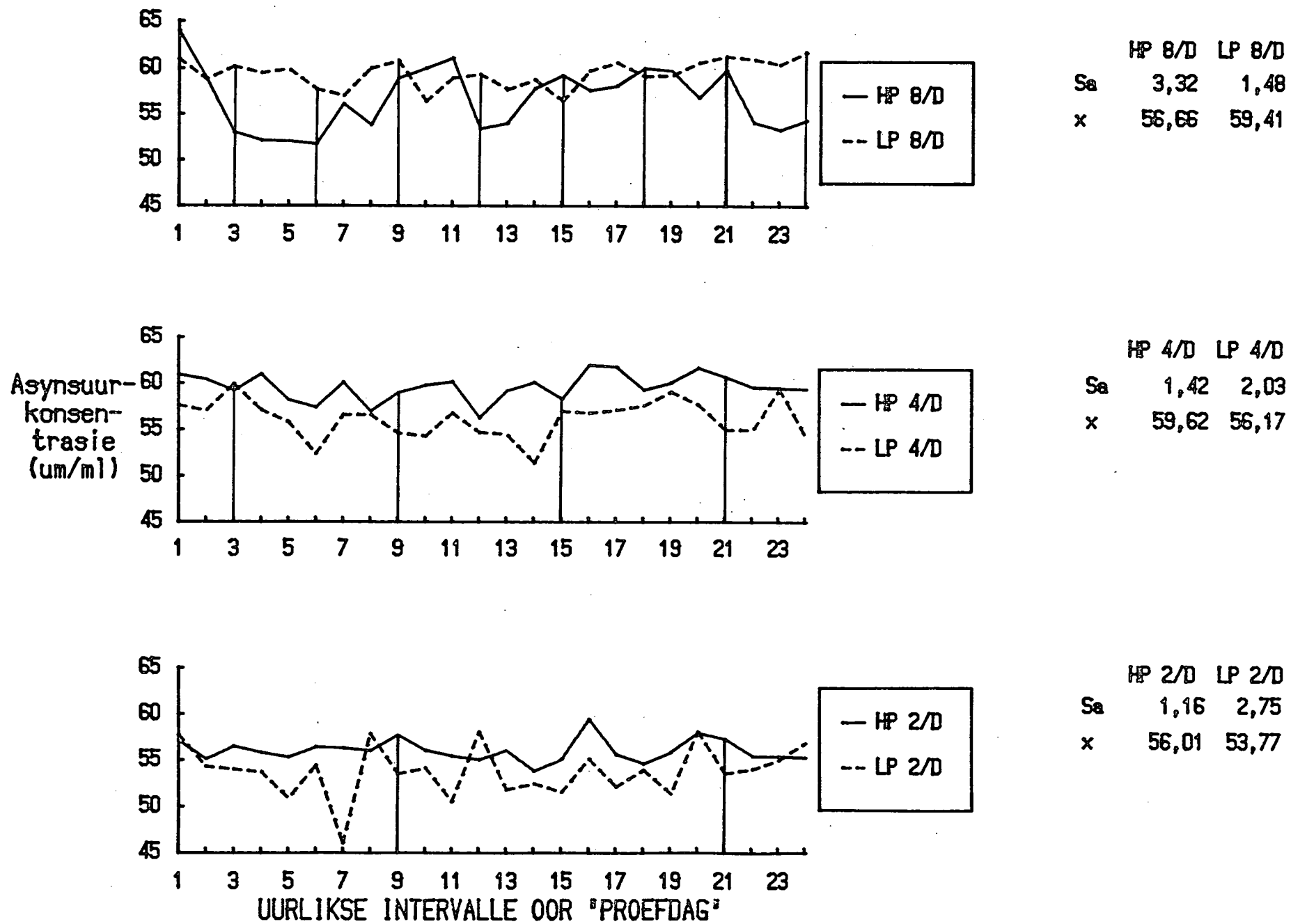
($P \leq 0,05$) verskille in die standaardafwykings het tussen behandelings by beide die HP- en LP-diere voorgekom nie. In die geval van die hoë produseerders blyk dit vanaf die standaardafwykings dat totale VVS-konsentrasie, slegs by die HP 8/D-diere in vroeë laktasie minder rondom die gemiddelde, as by die HP 2/D-diere, gevariëer het. In teenstelling hiermee het die totale VVS-konsentrasie in alle gevalle van frekwente kragvoervoeding by die LP-diere buiten die 4/D-diere gedurende vroeë laktasie, nie-betekenisvol minder rondom die gemiddelde gevariëer. Verskeie navorsers het meer konstante fermentasietempo's met frekwente voeding van kragvoer gerapporteer (Knox & Ward, 1961; Pant & Roy, 1971; Bragg, Murphy & Davis, 1985). Deur ruvoer, bykomstig tot frekwente kragvoervoeding, frekwent te voer is geen aanvullende effek ten opsigte van die variasie in totale VVS-konsentrasie bewerkstellig nie (Rohr & Daenicke, 1973).

Die pieke in totale VVS-konsentrasies stem gewoonlik min of meer ooreen met die aantal daaglikse kragvoervoedings (Balch & Rowland, 1957; Knox & Ward, 1961). Die rede hiervoor is omdat kragvoer meer fermenteerbaar is (Orskov, 1982a) en die voeding daarvan relatief groter variasie in fisiologiese parameters as ruvoer voeding tot gevolg het (Youket, Carnevale, Houpt & Houpt, 1985). Ten opsigte van totale VVS-konsentrasie in die huidige studie, het hierdie eienskap egter nie so duidelik na vore gekom nie (Figure 4.10 tot 4.12). Rees & Rowlinson (1985) is van mening dat laer pieke

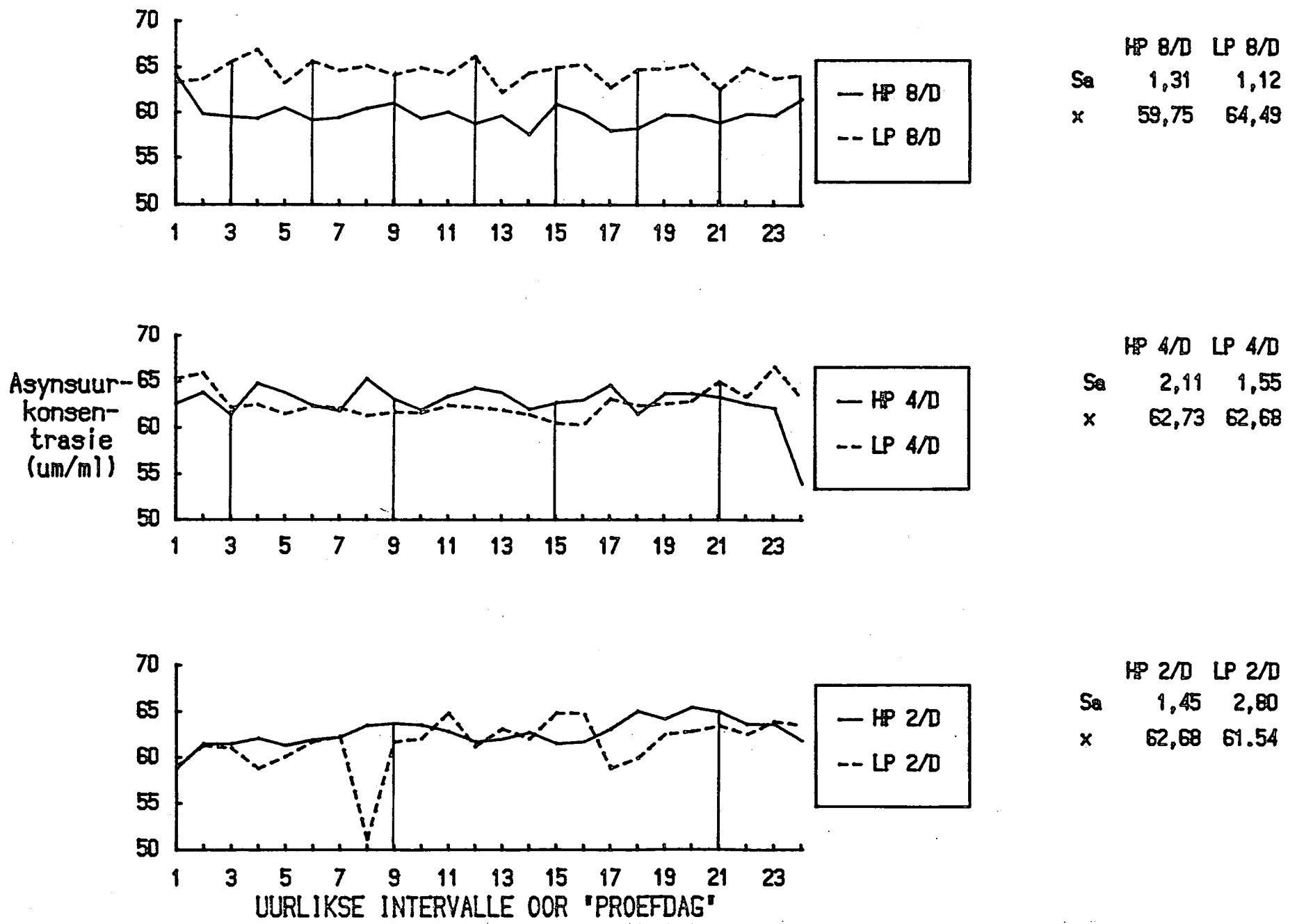
in VVS-konsentrasie moontlik 'n oorskryding van die koeie se benuttingskapasiteit ten opsigte van energiereike verteringseindprodukte kan verhoed. Voordele soos 'n laer verlies aan voerenergie in die vorm van liggaamshitte, hoër doeltreffendheid van voerverbruik en laer metaboliese spanning word hieraan gekoppel (Pant & Roy, 1971; Sutton et al., 1985). In die geval van die huidige studie het frekwente voeding skynbaar geen duidelike voordele in die verband ingehou nie.

Die LP 8/D-diere gedurende vroeë laktasie, frekwent gevoerde diere (HP en LP) gedurende midlaktasie en LP 8/D-diere gedurende laatlaktasie het oor die algemeen geneig om hoër daaglikse minimum totale VVS-konsentrasies na kragvoervoeding te toon (Figure 4.10 tot 4.12). Thomas & Kelly (1976) verklaar in hierdie verband dat daar met twee keer kragvoervoeding per dag tekorte in die voorsiening van voedingstowwe aan die uier (etlike ure na voeding) mag ontstaan. Met frekwente kragvoervoeding word die vertragende fermentasiefases (waartydens die tekorte mag ontstaan) egter uitgeskakel (McCullough, 1976, 1979). Hierdie voordele mag moontlik in die geval van die huidige studie geringe verhogings in melkproduksie by bogenoemde behandelings tot gevolg gehad het.

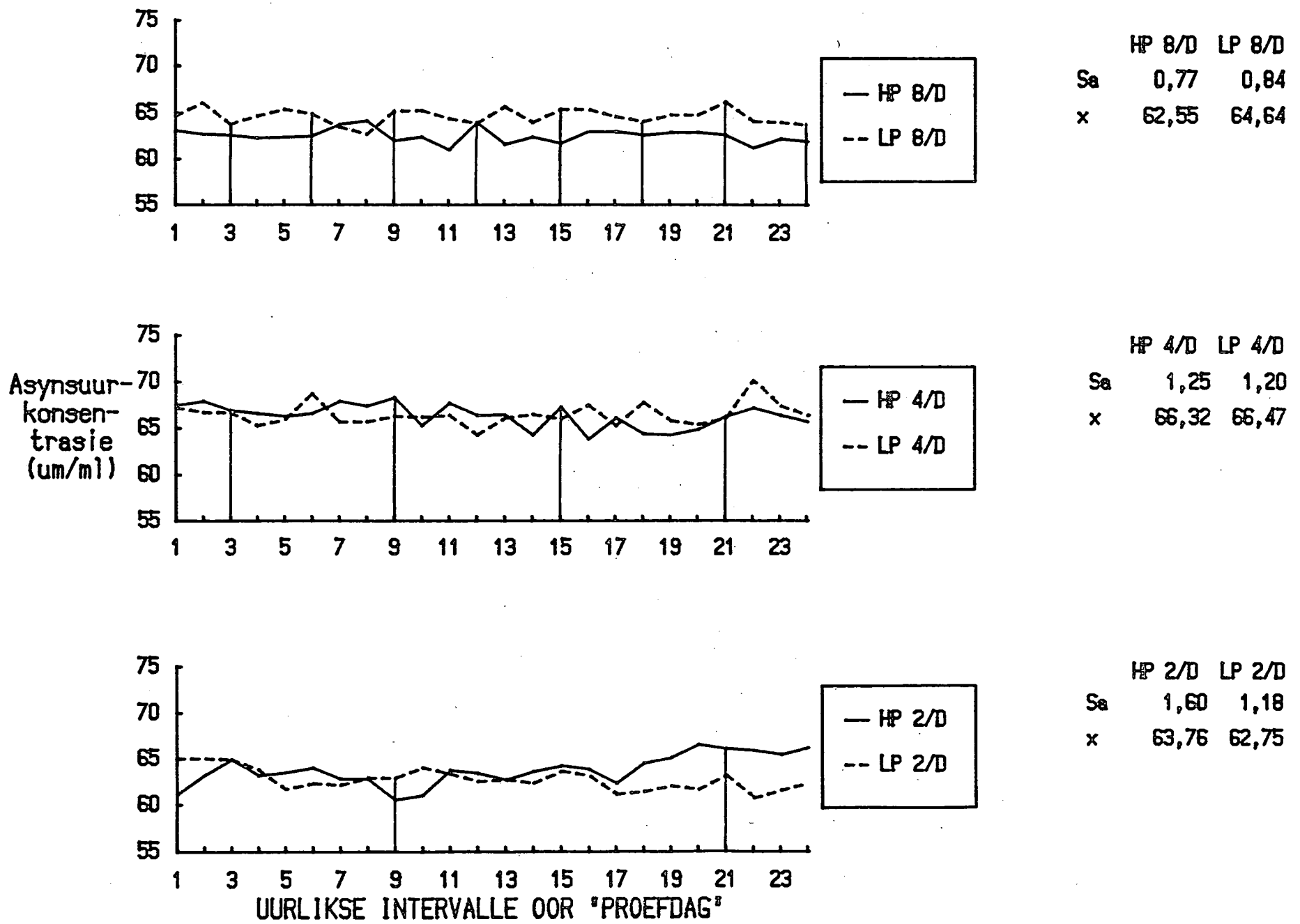
Die variasie in konsentrasie van die belangrikste VVS oor 24-uur periodes word in Figure 4.13 tot 4.18 aangetoon.



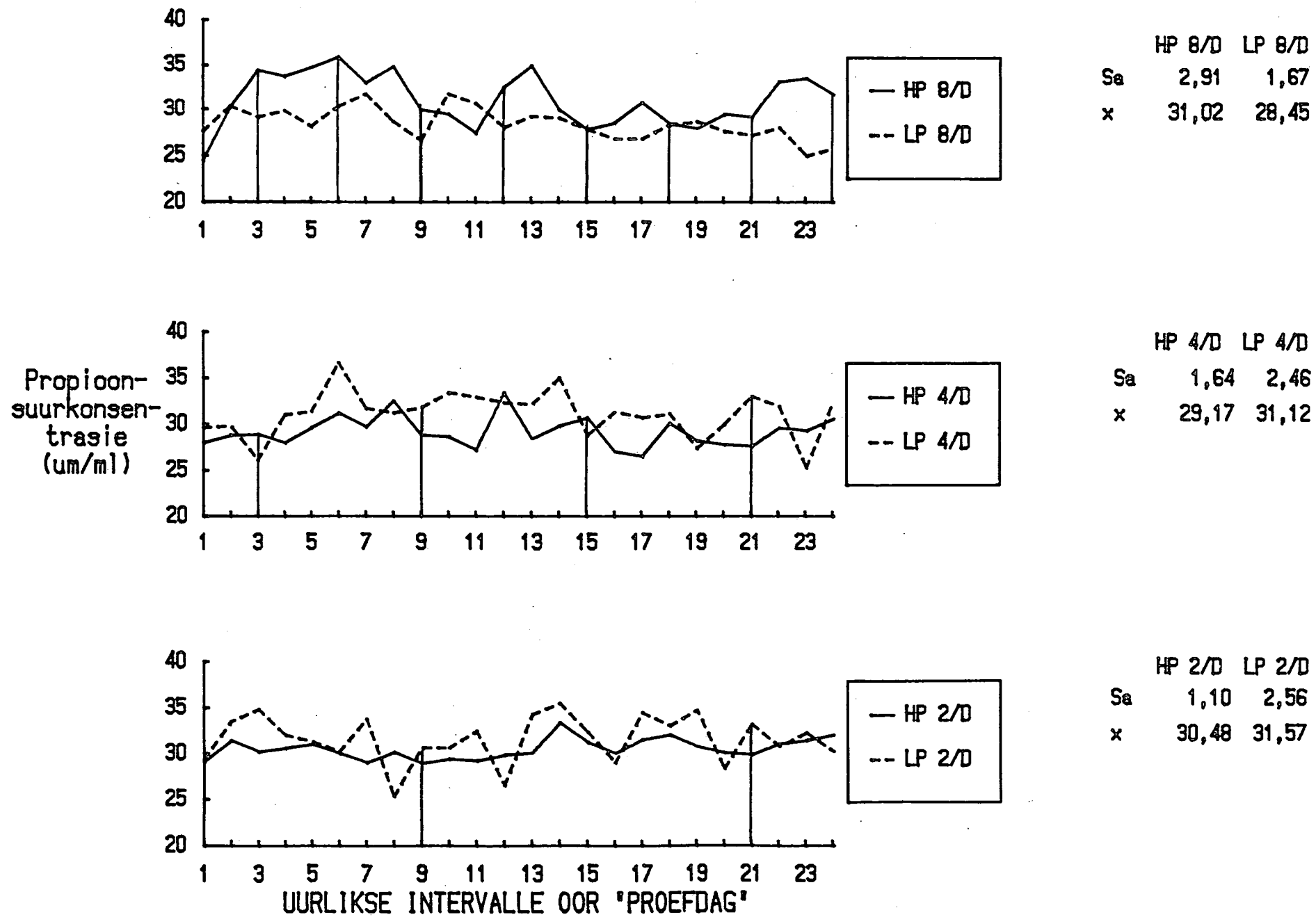
Figuur 4.13 Asynsuurkonsentrasie oor 'n 24-uur periode by die hoë en laer produseerders gedurende vroeë laktasie



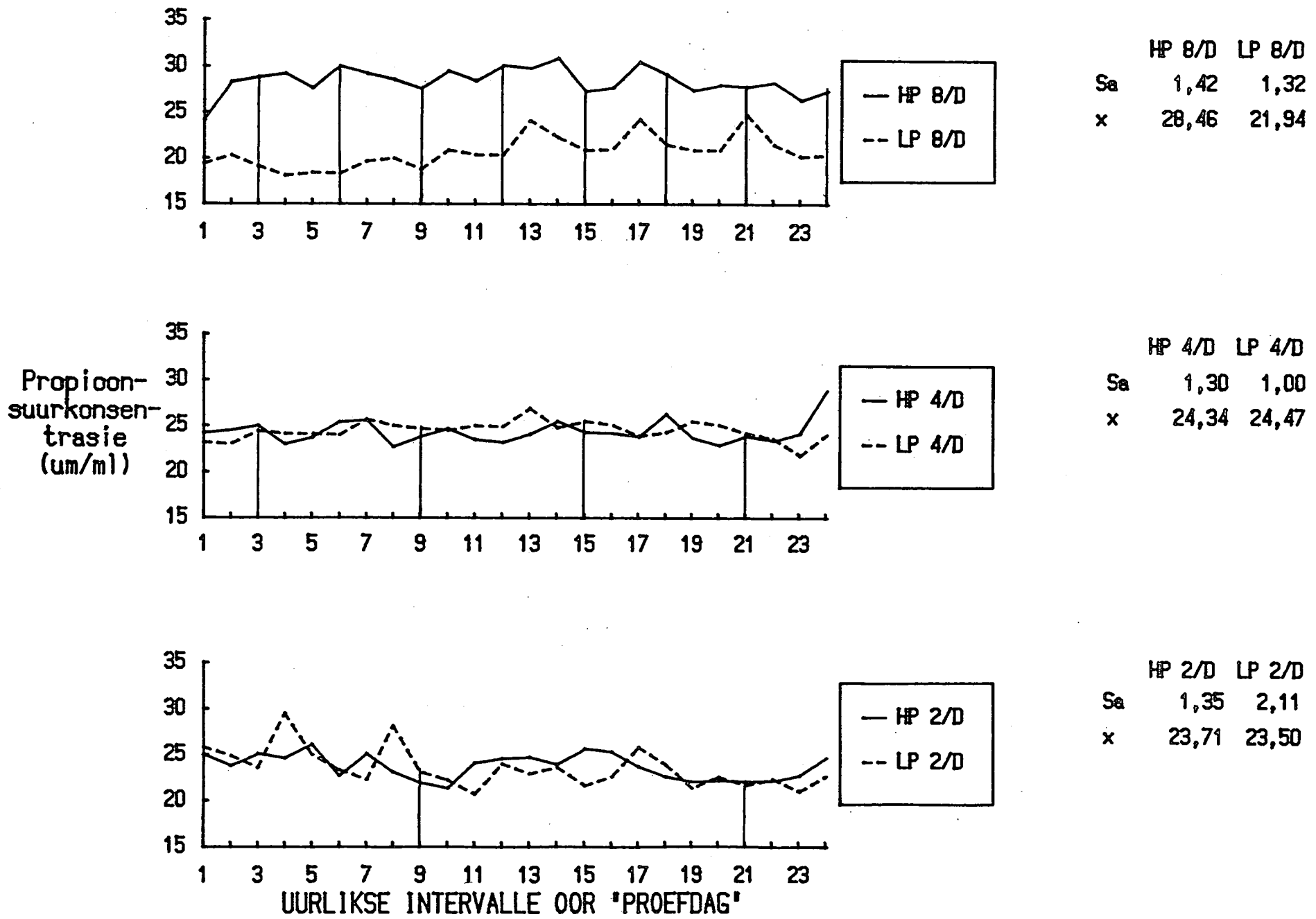
Figuur 4.14 Asynsuurkonsentrasie oor 'n 24-uur periode by die hoë en laer produseerders gedurende midlaktasie



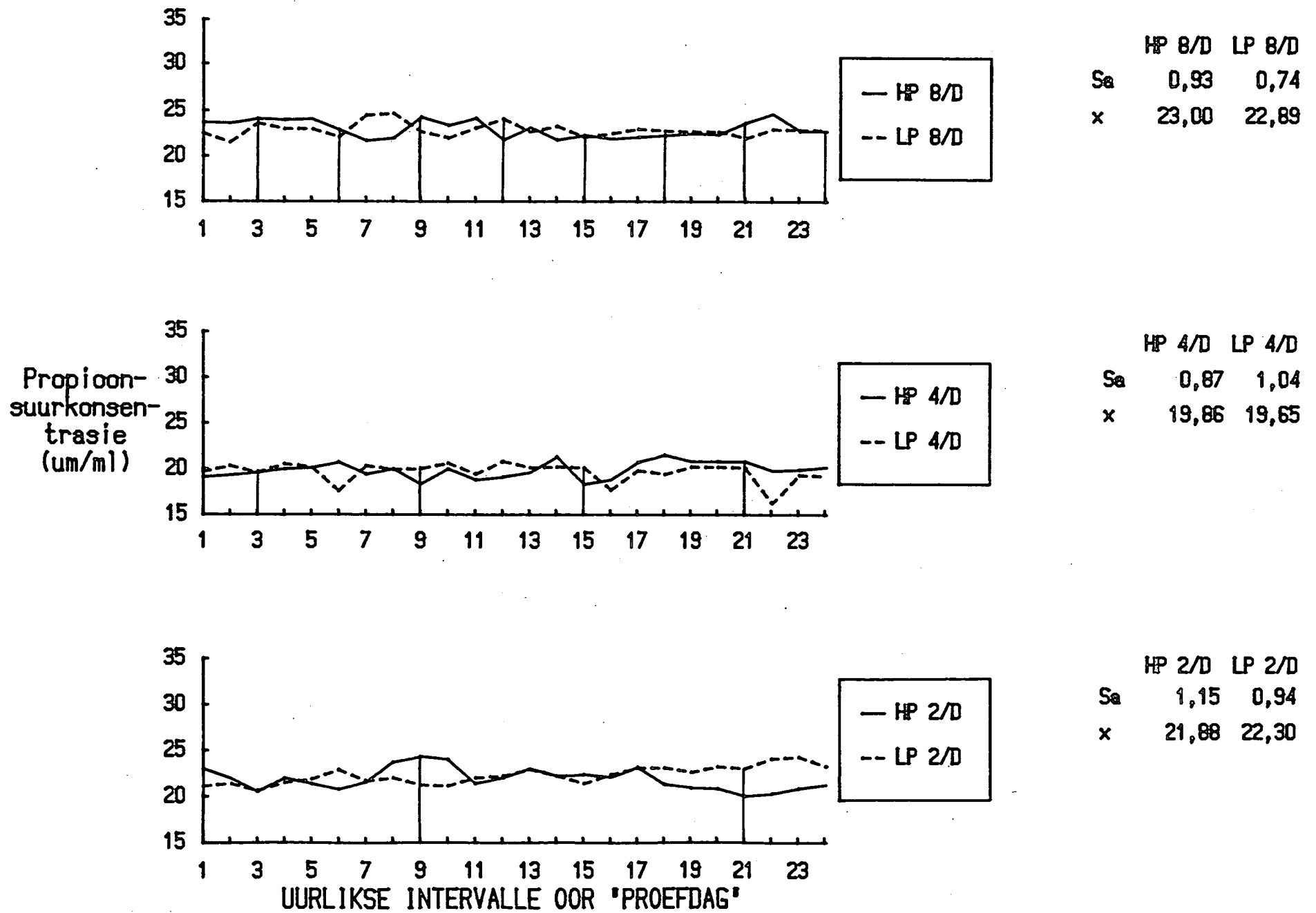
Figuur 4.15 Asynsuurkonsentrasie oor 'n 24-uur periode by die hoë en laer produseerders gedurende laatlaktasie



Figuur 4.16 Die molare persentasie propioonsuur oor 'n 24-uur periode by die hoë en laer produseerders gedurende vroeë laktasie



Figuur 4.17 Propioonsuurpersentasie oor 'n 24-uur periode by die hoë en laer produseerders gedurende midlaktasie



Figuur 4.18 Propioonsuurpersentasie oor 'n 24-uur periode by die hoë en laer produseerders gedurende laatlaktasie

Hiervolgens blyk dit dat frekwente voeding in ongeveer 60% van gevalle geneig het om die variasie in asyn- en propioonsuur nie-betekenisvol te verminder. Hierdie tendense is ook deur Thomas & Kelly (1976) en Johnson (1980) waargeneem. By die HP-diere het hierdie neiging nie ten opsigte van asynsuur in vroeë en midlaktasie en ten opsigte van propioonsuur in vroeë laktasie en by die 8/D-behandeling gedurende midlaktasie voorgekom nie. Groter variasie as wat verwag word het ten opsigte van asyn- en propioonsuur by die HP 8/D-diere gedurende vroeë laktasie voorgekom. Die variasie in konsentrasie van die belangrikste VVS toon dieselfde reaksie op frekwente voeding as die variasie in totale VVS, en is geen verdere bespreking nodig.

4.2.3.3 Asyn- tot propioonsuur verhouding

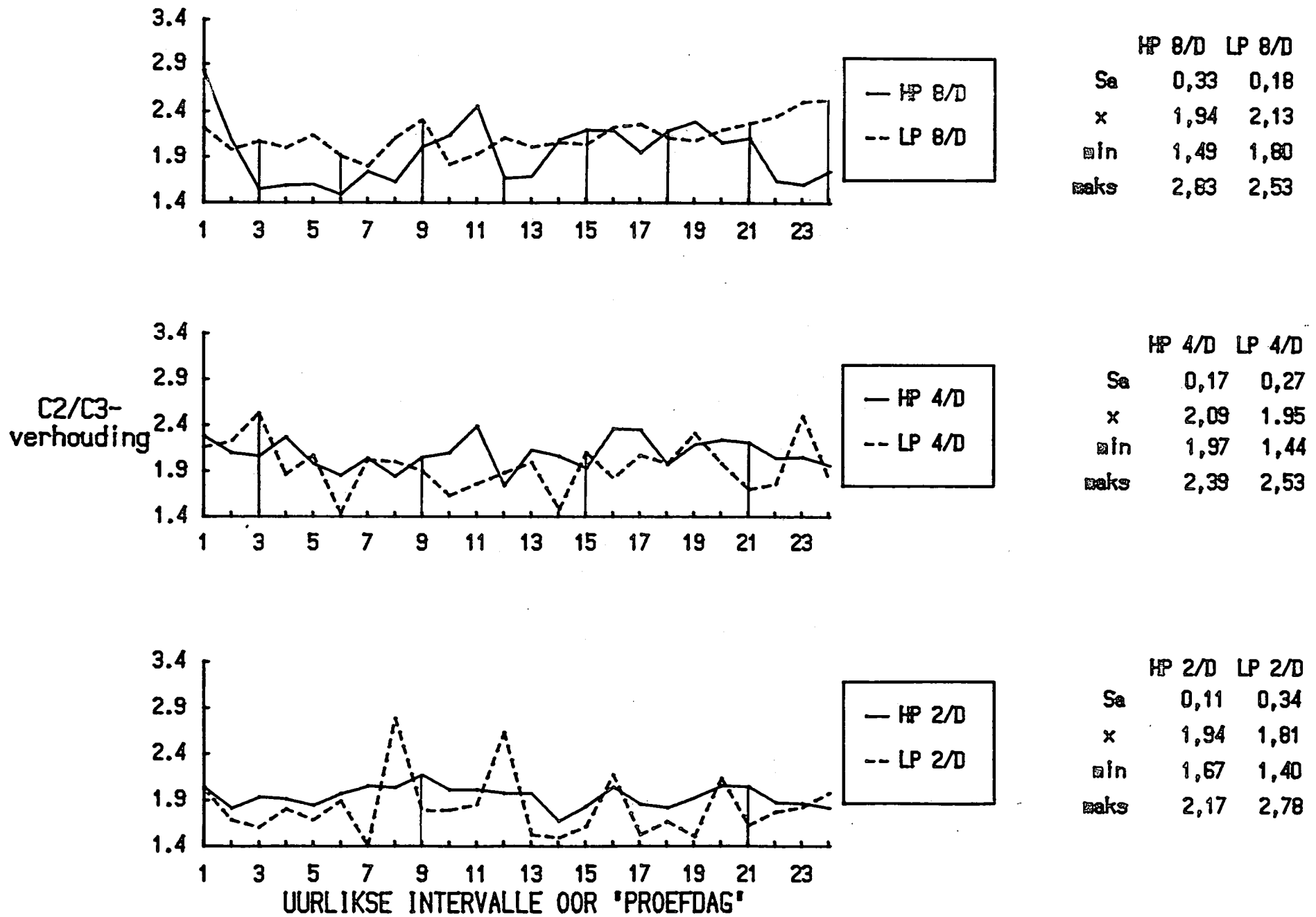
Die gemiddelde asynsuur tot propioonsuur verhouding (As/Ps verhouding) wat gedurende die onderskeie laktasiestadiums in hierdie studie gevind is, word in Tabelle 4.7 en 4.8 aangetoon. Geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verskille in hierdie verhouding het by die HP- of LP-diere tussen behandelings, binne laktasiestadiums, voorgekom nie. Hiervolgens blyk dit dat frekwente kragvoervoeding geen invloed op die As/Ps verhoudings uitgeoefen het nie. Hierdie resultaat is verkry ten spyte van 'n moontlike hoër tempo van fermentasie, nie-betekenisvol ($P \leq 0,05$) hoër voerinnames en laer gemiddelde rumen-pH's van die frekwent

gevoerde diere. Die invloed van hierdie faktore was klaarblyklik te gering om die produksie van propioonsuur te bevorder. Daarenteen kon die persentasie ruvoer in die frekvent gevoerde rantsoene en stimulasie van sellulitiese aktiwiteit moontlik die produksie van asynsuur verhoog het (Thomas & Rook, 1977; Kaufmann et al., 1980; Woodfort et al., 1986). Resultate uit die literatuur dui aan dat frekwente kragvoervoeding soms (Stanley & Morita, 1967; Gill & Castle, 1983; French & Kennelly, 1985) geneig het om die As/Ps verhouding by melkkoeie te verhoog (Rohr & Daenicke, 1973; Johnson, 1980). Betekenisvolle verhogings word egter slegs by hoë kragvoerrantsoene (90% kragvoer) of waar ruvoer in gemaalde vorm verskaf is, gevind (Palmquist, Smith & Ronning, 1964; Sutton, Broster, Siviter & Smith, 1978; Eickelberger et al., 1985). Daarenteen het frekwente kragvoervoeding met 'n vasgestelde hoeveelheid ruvoer geen verbetering in die As/Ps verhouding veroorsaak nie.

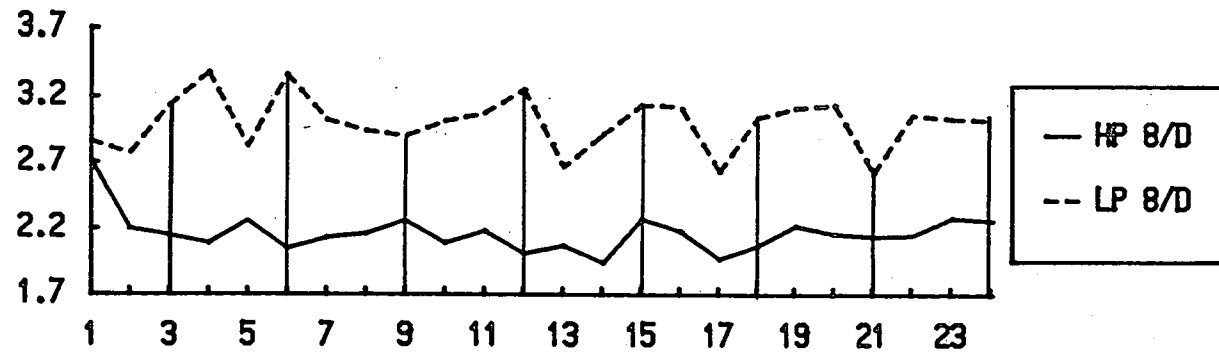
Die gemiddelde As/Ps verhoudings van die HP-diere onderskeidelik gedurende vroeë (gemiddeld 53,97% kragvoer in die rantsoene) en midlaktasie (36,99% kragvoer in die rantsoene) was in die omgewing van 2,0 en 2,5:1 (Tabel 4.7). 'n Gemiddelde verhouding van ongeveer 2,0:1 (Tabel 4.8) is ook by die LP-diere gedurende vroeë laktasie (gemiddeld 49,91% kragvoer in die rantsoene) gevind. Jorgensen & Schultz het reeds gedurende 1963 gevind dat 'n As/Ps verhouding van 2,0:1 bottervetinhoud van melk onderdruk.

Hierdie outeurs beskou 'n As/Ps verhouding van 2,5:1 as die punt waar bottervetinhoud van melk begin verminder. Lae C2/C3 verhoudings wat voorkom by rantsoene met relatief hoë ruvoervlakke en waar kragvoer frekvent verskaf word kan volgens die gevolg van hoë voerinnames wees (Johnson (1980) en De Villiers (1984). Volgens Tabela 4.3 en 4.4 kon hierdie faktor moontlik 'n rol by die HP-diere gespeel het. In die geval van die LP-diere het 'n geringe verhoging in voerinnames by die frekvent gevoerde diere slegs gedurende midlaktasie voorgekom.

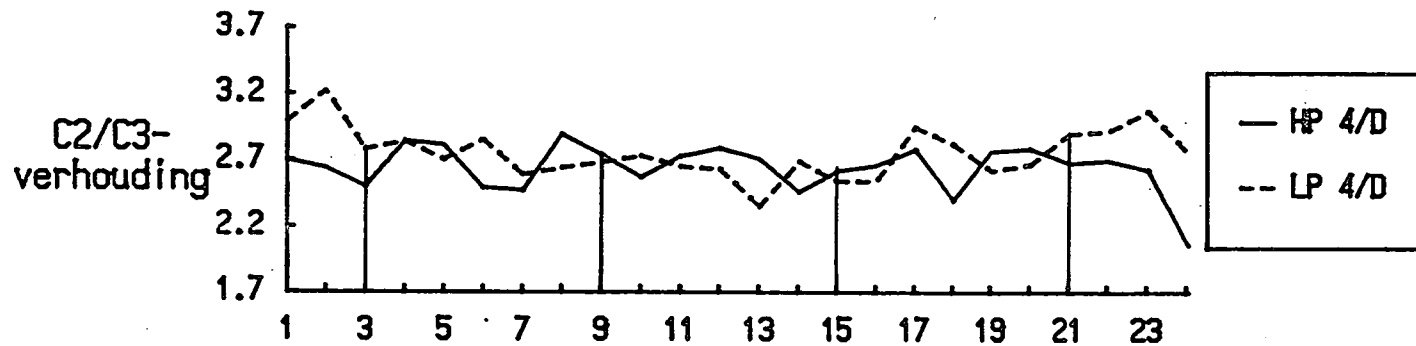
Die variasie in As/Ps verhoudings oor 24-uur periodes, vir die HP-en LP -diere in die verskillende laktasiestadiums, word in Figure 4.19 tot 4.21 aangetoon. Figure 4.19 tot 4.21 toon dat die As/Ps verhoudings oor 24-uur periodes, wat op dieselfde wyse as rumen-pH deur kragvoervoeding beïnvloed word (Kaufmann et al., 1980; Giacomini, Clark & Vicini, 1985), by frekvent gevoerde HP- en LP-diere oor die algemeen nie-betekensivol ($P \leq 0,05$) minder rondom die daaglikse gemiddeld gevariëer het. French & Kennelly (1985) het, in ooreenstemming hiermee, ook 'n neiging tot meer konstante As/Ps verhoudings oor 24-uur periodes met frekwente voeding gevind. Hierdie resultaat is egter nie by die HP-diere gedurende vroeë laktasie en die LP 4/D-diere gedurende laat laktasie gevind nie. Kaufmann et al. (1980) en French & Kennelly (1985) het met meer as 60% kragvoer in die rantsoene, gevind dat frekwente voeding hoër C2/C3



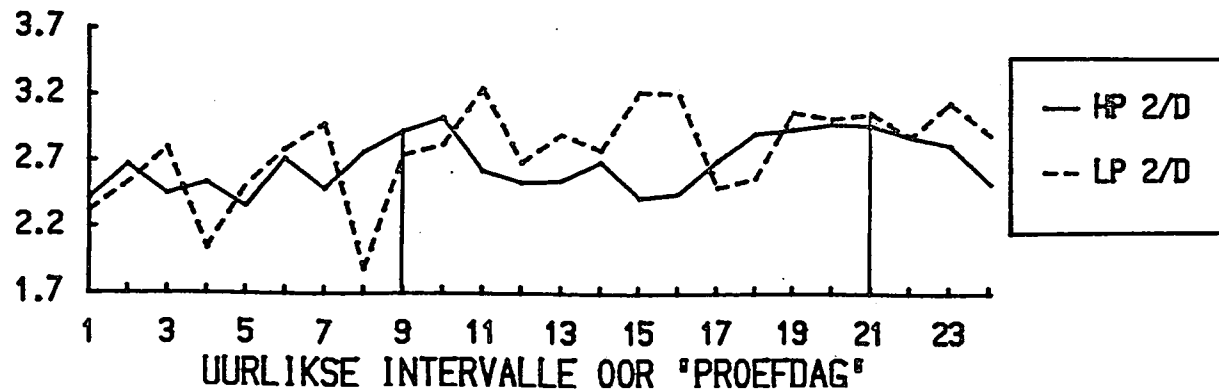
Figuur 4.19 Die asynsuur/propioonsuur verhouding oor 'n 24-uur periode by die hoë en laer produseerders gedurende vroeë laktasie



	HP 8/D	LP 8/D
Sa	0,15	0,20
x	2,17	3,00
min	1,94	2,85
maks	2,71	3,84

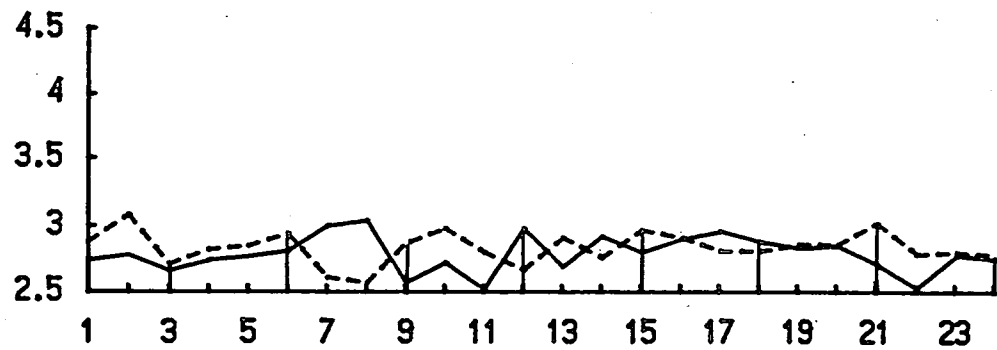


	HP 4/D	LP 4/D
Sa	0,18	0,19
x	2,64	2,75
min	2,06	2,35
maks	2,89	3,07



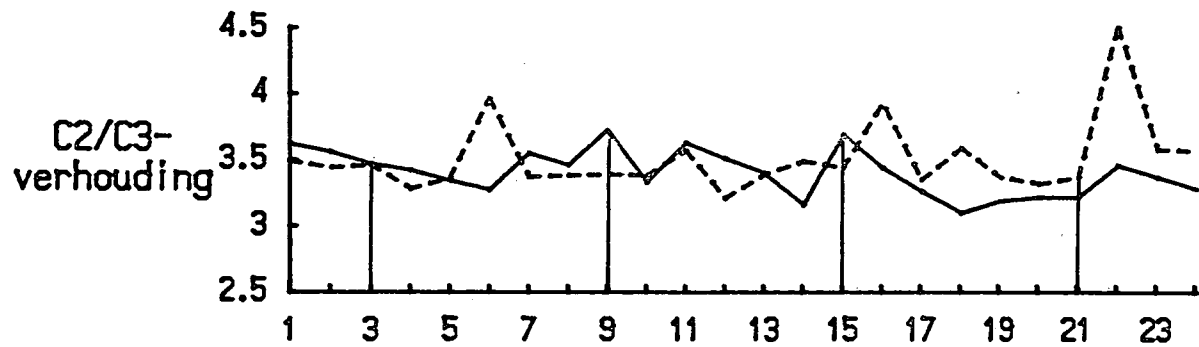
	HP 2/D	LP 2/D
Sa	0,21	0,35
x	2,68	2,78
min	2,36	1,88
maks	3,03	3,25

Figuur 4.20 Die asynsuur/propioonsuur verhouding oor 'n 24-uur periode by die hoë en laer produseerders gedurende midlaktasie



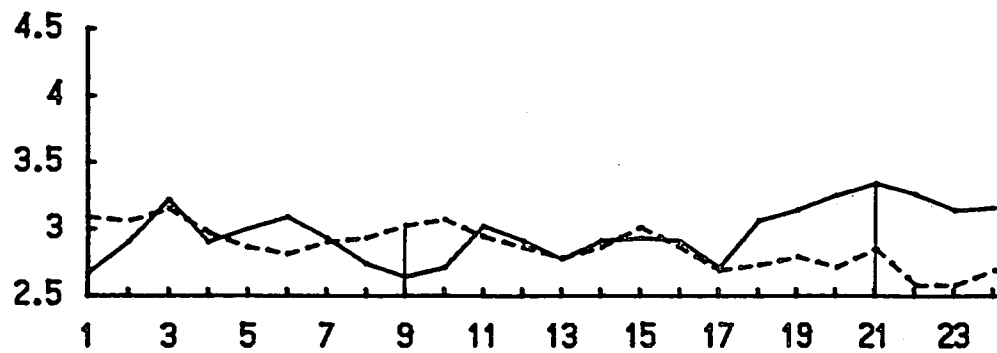
— HP 8/D
 -- LP 8/D

	HP 8/D	LP 8/D
Sa	0,14	0,12
x	2,79	2,84
min	2,52	2,57
maks	3,04	3,08



— HP 4/D
 -- LP 4/D

	HP 4/D	LP 4/D
Sa	0,17	0,27
x	3,40	3,51
min	3,10	3,21
maks	3,73	4,51



— HP 2/D
 -- LP 2/D

	HP 2/D	LP 2/D
Sa	0,20	0,15
x	2,97	2,87
min	2,64	2,58
maks	3,34	3,15

UURLIKSE INTERVALLE OOR 'PROEFDAG'

Figuur 4.21 Die asynsuur/propioonsuur verhouding oor 'n 24-uur periode by die hoë en laer produseerders gedurende laatlaktasie

verhoudings as twee keer per dag kragvoervoeding tot gevolg het.

Samevattend blyk dit dat frekwente kragvoervoeding geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) invloed op die konsentrasie vlugtige vetsure, produksie van individuele vetsure en verhouding van asyn- tot propioonsuur uitgeoefen het nie. In die geval van die huidige studie is maksimum 57% kragvoer in die rantsoene ingesluit. Volgens die beskikbare literatuur kan hierdie parameters wel deur frekwente kragvoervoeding in die geval van hoër kragvoerpeile beïnvloed word (Jorgenson et al., 1965; Rohr & Daenicke, 1973; Kaufmann, 1976; Kaufmann et al., 1980; French & Kennelly, 1985).

HOOFSTUK 5

RESULTATE EN BESPREKING: PRODUKSIESTUDIE

5.1 CHEMIESE SAMESTELLING

Die chemiese samestelling van die ruvoer- en kragvoer in die proefrantsoene word in Tabela 5.1 en 5.2 aangetoon. Die kolleksieperiodes van die verteringstudies het met sekere stadiums van die produksiestudies saamgeval (kyk 3.1.5). Omdat dieselfde besending rantsoenkomponente vir beide periodes gebruik is, het die chemiese samestelling van voere nagenoeg ooreengestem. Slegs die organiese materiaalinhoud van kragvoer wat gedurende midlaktasie aan die LP 2/D- en LP 4/D-diere verskaf is, het statisties betekenisvol verskil. Tabel 5.3 toon egter dat hierdie OM-inhoud van kragvoer geen residuele of permanente effek sou uitgeoefen het nie. Aangesien die chemiese samestelling van die proefrantsoene nie verskil het nie, kan verskille in voerinname en produksie van melkkoeie aan die invloed van frekwente kragvoervoeding toegeskryf word.

5.2 VOERINNAME

Navorsing wat op die evaluering van faktore wat die voedingswaarde van voere beïnvloed, gerig was, het geen

Tabel 5.1 Chemiese samestelling (vogvrye basis) van die ruvoer en kragvoer in die proefrantsoene van hoë produserende melkkoeie

Item	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	2/D ¹	4/D ²	8/D ³	SF ⁴	KV% ⁵	2/D	4/D	8/D	SF	KV%	2/D	4/D	8/D	SF	KV%
Droëmaterialeinhoud (%)															
Ruvoer	88.93	88.68	88.80	+ 0.07	0.18	91.59	91.79	92.43	+ 0.52	1.39	90.61	90.80	90.50	+ 0.21	0.56
Kragvoer	90.48	90.90	91.05	+ 0.27	0.73	91.52	91.67	92.19	+ 0.44	1.18	90.68	90.96	91.16	+ 0.45	1.22
Gemiddeld	89.83	89.85	90.01	+ 0.18	0.48	91.56	91.74	92.33	+ 0.49	1.32	90.62	90.83	90.63	+ 0.26	0.69
Organiesematerialeinhoud (%)															
Ruvoer	91.10	91.45	91.22	+ 0.26	0.70	91.00	90.81	90.58	+ 0.40	1.07	90.27	90.22	91.15	+ 0.23	0.61
Kragvoer	93.08	93.72	93.57	+ 0.23	0.60	91.55	91.57	91.18	+ 0.31	0.82	91.58	91.57	91.45	+ 0.26	0.68
Gemiddeld	92.25	92.64	92.49	+ 0.24	0.64	91.22	91.08	90.81	+ 0.36	0.97	90.52	90.48	91.21	+ 0.24	0.62
Ruproteïëinhoud (%)															
Ruvoer	16.00	16.29	15.98	+ 0.38	5.85	14.50	15.88	14.25	+ 0.75	12.40	15.21	15.30	14.91	+ 0.57	9.22
Kragvoer	14.68	14.75	14.98	+ 0.22	3.62	15.54	15.44	15.99	+ 0.30	4.62	15.51	15.21	15.82	+ 0.19	2.93
Gemiddeld	15.23	15.47	15.44	+ 0.26	4.62	14.92	15.72	14.95	+ 0.52	9.37	15.27	15.28	15.09	+ 0.50	7.99
Veselinhoud (NDF) ⁶ (%)															
Ruvoer	52.28	52.49	52.48	F	F	51.29	49.88	51.37	+ 2.21	4.34	48.64	52.11	48.55	+ 4.50	9.04
Kragvoer	18.40	19.18	19.10	F	F	22.78	20.34	20.96	+ 2.47	11.55	22.48	21.60	20.26	+ 1.94	9.07
Gemiddeld	32.58	34.88	34.42	F	F	39.87	39.01	39.22	+ 2.31	7.15	43.63	46.13	42.98	+ 4.00	9.05

1. Twee keer/dag kragvoer
 2. Vier keer/dag kragvoer
 3. Agt keer/dag kragvoer
 4. Standaardfout van die gemiddelde
 5. Koëffisiënt van variasie
 6. Neutraal onvertoeerbare vesel
- F Nie-parametriese toetse uitgevoer

Tabel 5.2 Chemiese samstelling (vogvrye basis) van die ruvoer en kragvoer in die proefrantsoene van laer produserende melkkoeie

Item	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	2/D ¹	4/D ²	8/D ³	SF ⁴	KV% ⁵	2/D	4/D	8/D	SF	KV%	2/D	4/D	8/D	SF	KV%
Droëmateriaalinhoud (%)															
Ruvoer	88.62	88.58	88.41	+ 0.09	2.50	91.23	91.29	91.45	+ 0.44	1.19	90.85	90.92	90.60	+ 0.14	0.39
Kragvoer	90.91	90.72	90.97	+ 0.19	0.51	91.56	91.79	91.84	+ 0.12	0.31	91.05	91.23	90.87	+ 0.13	0.34
Gemiddeld	89.78	89.70	89.59	+ 0.14	1.50	91.33	91.44	91.58	+ 0.34	0.92	90.88	90.97	90.64	+ 0.14	0.38
Organiesemateriaalinhoud (%)															
Ruvoer	90.76	91.16	91.06	+ 0.16	0.44	91.91	91.05	91.68	+ 0.30	0.80	90.59	89.80	90.72	+ 0.44	1.20
Kragvoer	93.96	92.99	92.92	+ 0.58	1.52	92.15 ^a	90.36 ^b	91.60 ^{ab}	+ 0.15	0.40	92.11	91.78	91.94	+ 0.33	0.89
Gemiddeld	92.37	92.11	91.92	+ 0.37	0.98	91.31	90.84	91.65	+ 0.25	0.67	90.81	90.10	90.91	+ 0.42	1.15
Ruproteïeninhoud (%)															
Ruvoer	16.04	15.98	16.05	+ 0.39	6.03	15.07	14.57	13.18	+ 0.74	12.70	16.09	15.33	15.34	+ 1.00	15.76
Kragvoer	14.82	14.59	14.83	+ 0.16	2.70	15.26	15.93	15.61	+ 0.20	3.16	15.35	15.29	15.57	+ 0.25	4.04
Gemiddeld	15.42	15.23	15.49	+ 0.27	4.36	15.13	14.97	14.00	+ 0.57	9.73	15.98	15.32	15.38	+ 0.589	14.00
Veselinhoud (NDF) ⁶ (%)															
Ruvoer	52.47	52.49	52.00	F	F	48.60	49.44	51.21	F	F	49.60	51.68	46.72	+ 4.25	8.62
Kragvoer	19.25	19.18	19.50	F	F	19.50	22.39	20.23	+ 1.29	6.25	20.55	19.85	21.47	+ 1.30	6.80
Gemiddeld	35.65	34.62	36.96	F	F	39.28	41.52	41.28	F	F	45.36	46.89	42.86	+ 3.81	8.34

1. Twee keer/dag kragvoer

2. Vier keer/dag kragvoer

3. Agt keer/dag kragvoer

4. Standaardfout van die gemiddelde

5. Koëffisiënt van variasie

6. Neutraal onverteerbare vesel

a, b Gemiddeldes in dieselfde reël met verskillende boskryfte verskil betekenisvol ($P \leq 0.05$)

F Nie-parametriese toetse uitgevoer

Tabel 5.3 Direkte, residuele en permanente effekte van die organiesemateriaalinhoud van kragvoer in die laer produserende koeie gedurende midlaktasie

Behandeling	Residuele effekte	teenwoordig	Residuele effekte geignoreer
	Gemiddelde direkte effekte	Residuele effekte	Gemiddelde permanente effekte
LP 2/D ¹	92.0440 ^b	-0.3029	91.7411
LP 4/D ²	90.3344 ^a	0.0233	90.3578
LP 8/D ³	91.6949 ^{ab}	0.2796	91.9744
Gemiddeld	91.3578	0.0000	91.3578
SF ⁴	+ 0.1679	+ 0.2252	+ 0.2809
KBU ⁵	0.85	1.14	1.42

1. Twee keer/dag kragvoer
 2. Vier keer/dag kragvoer
 3. Agt keer/dag kragvoer
 4. Standaardfout van die gemiddelde
 5. Kleinste betekenisvolle ($P \leq 0.05$) verskil
- a, b Gemiddeldes in dieselfde kolom met verskillende boskrifte verskil betekenisvol ($P \leq 0.05$)

enkele van die veelvuldige komponente hierby betrokke as 'n bepalende aanwyser uitgesonder nie (Murphy, Baldwin & Ulyatt, 1986). Crampton, Donefer & Lloyd (1960), Montgomery & Baumgardt (1965) en Bath (1985) het wel vrywillige voerinnome uitgesonder as die hooffaktor wat die beskikbaarheid van voedingstowwe vir melkproduksie bepaal. Piek melkproduksie en dus melkproduksie oor 'n laktasieperiode word primêr deur energie-inname, maar ook deur genetiese potensiaal en doeltreffendheid van energieverbruik bepaal (Neilson et al., 1983; Coppock, 1985). Die fraksie ME in voer beskikbaar vir melkproduksie het van 50% by twee keer onderhoudsinname tot 83% by ses keer onderhoudsinname verhoog (Bath, 1985) (kyk ook 2.1.1). 'n Groot deel van die tussen-dier of tussen-voer variasie in doeltreffendheid van voerverbruik by melkkoeie kan aan variasie in voerinnome toegeskryf word (Montgomery & Baumgardt, 1965). In kontras met voerverteerbaarheid verskil individuele koeie aansienlik in voerinnome (Bauman et al., 1985). Die meer doeltreffende dier is gewoonlik dié een wat meer per eenheids liggaamsmassa vreet.

Die akkurate bepaling van vrywillige voerinnome is tans 'n swak skakel in voerbalansering. Verhogings in vrywillige voerinnome bied groot moontlikhede om die doeltreffendheid van voerverbruik te verbeter (Bath, 1985). Volgens Clark & Davis (1983) kan bestuurfaktore, soos rantsoensamestelling en prosessering, nuttig aangewend word om voerinnome te

verhoog. Daar bestaan egter nog 'n behoefte na kennis oor maniere om maksimale inname te verseker en sodoende produksie te verbeter (Balch & Campling, 1962; Bines, 1979; Faichney & Gherardi, 1986).

5.2.1 Meganismes wat voerinname beheer

Verbeterings op die gebied van voerinname sal grootliks afhang van die vermoë om die ingewikkelde beheermeganismes daarby betrokke te verstaan (Bauman et al, 1985). By lakterende beeste word voerinname gedeeltelik deur die tipe rantsoen bepaal (ARC, 1984). Ruvoer en rantsoene gebaseer op ruvoer, se inname word fisies beperk terwyl die inname van energierike rantsoene metabolies beheer word (Montgomery & Baumgardt, 1965; Gill, 1979; Jarrige, 1986; Woodfort et al., 1986).

5.2.1.1 Ruvoerrantsoene

Die inname van ruvoer deur die herkouer is belangrik weens die plek van hierdie tipe dier in die menslike voedingsketting, die relatiewe lae prys van ruvoere en die produksiemoontlikhede van ruvoere (Mather, 1959; Wangsness & Muller, 1981) (kyk ook Hoofstuk 1). Die inname van sekere hoeveelhede ruvoer is ook noodsaaklik ten opsigte van melksamestelling en dieregesondheid (Stanley & Morita, 1967; Balch, 1971; Kaufmann, 1976). Die inname van ruvoer word

deur die lywigheid daarvan, die kapasiteit van die retikulo-rumen (Campling, 1970; Van Soest, 1983) en die tempo van verwydering van die voer vanuit die retikulo-rumen bepaal (Blaxter et al., 1961; Balch & Campling, 1962; Campling, 1970; Bines, 1979; Cowan, Robinson, McDonald & Smart, 1980; Weston, 1982). Die tempo van verwydering van 'n voer vanuit die retikulo-rumen word hoofsaaklik beïnvloed deur die verteerbaarheid en tempo van deurvloei van die voer deur hierdie orgaan (Thornton & Minson, 1973). Campling, Freer & Balch (1962) het byvoorbeeld die inname van strooi met 40% verhoog deur verteerbaarheid (met behulp van 'n ureumoplossing) met 18% te verhoog. 'n Lae en 'n hoë voerinname word dus onderskeidelik aan 'n lae en 'n hoë voerverteerbaarheid gekoppel (McCullough, 1962; Campling, 1964; Curran & Homes, 1970; Ekern & Vik-Mo, 1979). Hierdie verband en die feit dat diere meer van 'n jong as 'n volwasse ruvoer inneem, het aanleiding gegee tot voorstelle van 'n verband tussen die vertering (mate en tempo) van die relatief stadig fermenteerbare sellulosefraksie (Harris, 1970; Norton, 1982) en die vrywillige inname van ruvoer (Hoflund, Quin & Clark, 1948; Crampton, 1957; Balch & Campling, 1962). Die kritiese partikelgrootte van voerdeeltjie om deur die retikulo-omasale groef te beweeg word deur Ulyatt, Bladwin & Koong (1976) en Reid, Ulyatt & Munro (1977) op 1 mm gestel terwyl Poppi, Norton, Minson & Hendricksen (1980) 'n waarde van 1,18 mm aangegee het. Retensietyd in die rumen of tempo van deurvloei van ruvoere

deur die retikulo-rumen word hoofsaaklik deur kou en herkou ('n afname in partikelgrootte) beïnvloed (kyk 2.1.2). Frekwente kragvoervoeding kan dus deur verhogings in die verteerbaarheid van die selwandfraksie (4.1.2.3) en moontlik deur verhogings in die tyd gespandeer aan kou en herkou 'n verhoogde ruvoerinname tot gevolg hê.

5.2.1.2 Kragvoerrykerantsoene

Die noodsaaklikheid van die doeltreffende benutting van kragvoer deur hoë produserende koeie, veral in vroeë laktasie, en die voordele daaraan verbonde (hoër melkproduksies, voerdoeltreffendheid en inkomste bo voerkoste) is in Hoofstuk 1 en onder 2.1.3.2 bespreek. Namate die energiekonsentrasie in rantsoene toeneem, neem die belangrikheid van liggaamsgrootte, as beperkende faktor op voerinname, af (Bines, 1979) en word voerinname deur metaboliese beperkings beheer (Aitken & Preston, 1964; Owen, Miller & Bridge, 1968; Forbes, 1970; Bines, 1971; Forbes, 1971). Hierdie verandering in die meganisme van inname-beheer vind volgens Jarrige (1986) by 'n kragvoerkonsentrasie van 50 tot 60% in die rantsoen plaas, terwyl dit volgens Conrad et al. (1964) by 'n DM-verteerbaarheid van ongeveer 67% voorkom. Waldo (1986) het egter verklaar dat hierdie oorgangspunt nie vas is nie maar verhoog soos die voedingsbehoefte (genetiese potensiaal) van 'n melkkoei verhoog.

Hoë konsentrasie bloedmetaboliet of metaboliëte waarvan produksie in die rumen positief verwant is aan die hoeveelheid voer ingeneem, is belangrik by die beperking van inname van energierike voere (Balch & Campling, 1962). Hierdie stelling is bevestig deur die onderdrukking van voerinname wanneer mengsels van VVS, of individuele VVS, in die rumen ingedrup of in sekere bloedvate ingespuut is. Die reseptore wat die VVS propionaat en aetaat waarneem is onderskeidelik in die lewer en rumen gesetel (Forbes, 1980). Dit volg dus dat 'n dreinerings van metaboliëte uit of 'n toevoeging van metaboliëte tot die bloedvatstelsel aptyt onderskeidelik stimuleer of onderdruk (Weston, 1982). Afgesien van 'n fisiese invloed het liggaamsvetinhoud byvoorbeeld voerinname deur die vrystelling van metaboliëte beïnvloed (Forbes, 1980; Jarrige, 1986). In vet diere vind daar 'n relatief groter mate van lipolise as in maer diere plaas. Die vlugtige vetsure wat so van die adipose weefsel ontsnap, het 'n groot invloed op die metaboliese reseptore en voerinname word verlaag (Forbes, 1980). Propionaat kan ook deur die hormoon insulien 'n invloed op voerinname uitoefen. Propioonsuur wat met kragvoerinname styg is die enigste van die drie hoof VVS wat die uitskeiding van insulien stimuleer (Bhattacharya & Alulu, 1975). Pieke in plasma-groeihormoonkonsentrasies en dus 'n lae insulien- tot groeihormoonverhouding, het 'n periode waarin voer ingeneem is by skape voorafgegaan (Driver & Forbes, 1981). 'n Hoë

insulien- tot groeihormoonverhouding het weer veroorsaak dat diere gestaak het om voer in te neem (Forbes, 1980).

'n Verdere gevolg van die verbruik van kragvoer deur melkkoeie is die nadelige effek wat dit op die benutting van ruvoere uitoefen (McCullough, 1985). Hierdie nadelige effek word veroorsaak deurdat kragvoer 'n laer verteerbaarheid van ruvoere (Orskov, 1982b; Waldo, 1986) en langer retensietye in die rumen tot gevolg het (McCullough, 1976). Dit het gelei tot laer ruvoerinname (vervanging) na kragvoervoeding. McCullough (1985) het, met kuilvoer as ruvoerbron 'n aansienlike verhoging in totale inname (min of geen vervanging) gevind namate die persentasie kragvoer tot 30% (DM-basis) in die rantsoen gestyg het. By hoër kragvoerkonsentrasies het 'n vervanging van ru- met kragvoer, dus 'n afname in ruvoerinname en 'n geringe hoër of laer totale voerinname, in hierdie en ander gevalle (Broster, 1980; Hynd, 1984; Miller & Muntifering, 1985) voorgekom. Die hoër inname is gevind indien die vervangingskoers van ru- met kragvoere laer as 1,0 was. Volgens die bevinding van Jorgensen & Schultz (1965) verhoog totale voerinname stadig indien kragvoerkonsentrasies van 30 tot by 60% styg. Daarna bly dit konstant namate kragvoerkonsentrasies vanaf 60 tot by 70% verhoog. 'n Verdere verhoging van 70 tot 80% gaan met verlaagde voerinname en ooreenstemmende laer melkproduksies. Die onderliggende faktore betrokke by hierdie assosiatiewe effek

is onder 2.3 tot 2.3.5 bespreek. Frekwente kragvoervoeding behoort (deur byvoorbeeld VVS-produksie en NDF-verteerbaarheid) 'n invloed op metaboliese beheermeganismes van voeriname en die vervangingseffek van ru- met kragvoer, uit te oefen.

5.2.2 Frekwente kragvoervoeding en voeriname

5.2.2.1 Ruvoeriname

Geen meting ten opsigte van kou- en herkou aktiwiteit is gedurende hierdie ondersoek uitgevoer nie. Direkte en indirekte getuienis vanuit die literatuur dui daarop dat die aktiwiteit per kg DM ten opsigte van vreet en/of herkou, met frekwente voeding verhoog (kyk 2.3.1). Dit mag aanleiding tot 'n verhoogde deurvloeitempo van ruvoere deur die retikulo-rumen gegee het (kyk 5.2). 'n Verhoogde spekseluitskeiding en dus bufferaksie in die rumen word ook met meer herkou geassosieer (Cassida & Stokes, 1986). In hierdie ondersoek (kyk 4.2.1) is daar dan ook 'n neiging tot 'n meer stabiele rumen-pH met frekwente kragvoervoeding, in die meeste van die gevalle by hoë produseerders en in sekere gevalle by laer produseerders gevind. Verder het NDF (selwande) by hoë produserende diere die grootste verhoging in verteerbaarheid met frekwente voeding getoon (kyk 4.1.2.3). Volgens die gegewens in literatuur en gedurende die verteringsperiodes gevind, kon 'n hoër ruvoeriname,

veral by hoë produseerders, gedurende die produksiestudie verwag word. Hierdie verwagtinge word deur die proefresultate in Tabelle 5.4 en 5.5 bevestig. Volgens Tabel 5.4 het frekwente kragvoervoeding 'n nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verhoging in ruvoerinname by hoë produseerders gedurende vroeë en midlaktasie en by lae produseerders gedurende midlaktasie (Tabel 5.5) teweeggebring. Maksimum ruvoerinnames is by die HP 4/D-behandelings gevind. In ooreenstemming met ruvoerinname het die kragvoerinnames van die proefkoeie op die onderskeie handelings by beide hoë- en lae produseerders nie statisties betekenisvol ($P \leq 0,05$) verskil nie.

Ruvoerinname per eenheids massa (lewend en metabolies) het by die HP- en LP-diere met totale ruvoerinname ooreengestem. Indien die gemiddelde massas aan die koeie in die onderskeie groepe vergelykbaar was, is dit te verwagte dat innames/W0,75 dieselfde sal wees. Hierdie resultate toon dat frekwente kragvoervoeding in plaas van twee keer kragvoer per dag reeds vanaf ongeveer 30% kragvoer in die rantsoen (soos by LP 2/D-diere gedurende midlaktasie) geneig het om sellulosevertering en ruvoerinname te verhoog (kyk ook bespreking onder 4.1.2.3). In die literatuur kom baie gevalle voor waar frekwente voeding in kombinasie met vaste hoeveelhede ru- en kragvoer toegepas is. Derhalwe kon die invloed van frekwente kragvoervoeding op ruvoerinname in hierdie gevalle nie bepaal word nie. Gibson (1984) haal in

Tabel 5.4 Daaglikse voerinnamte en fisiese rantsiensamstelling (vogvrye basis) van die hoë produserende proefkoeie gedurende die onderskeie produksieperiodes.

Item	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	2/D ¹	4/D ²	8/D ³	SF ⁴	KV% ⁵	2/D	4/D	8/D	SF	KV%	2/D	4/D	8/D	SF	KV%
Droëmateriaalinname (kg)															
Ruvoer	8.25	10.08	10.03	+0.83	21.48	13.58	15.54	13.78	+0.93	15.95	18.21	17.38	18.92	+0.41	5.49
Ruvoer/kg lewende massa (g)	16.15	19.68	19.48	+1.40	18.52	25.28	28.98	25.58	+1.80	16.38	32.58	31.20	33.62	+0.50	4.11
Ruvoer/kg metaboliese massa (g)	76.73	93.55	92.70	+6.87	19.22	121.58	139.37	123.07	+8.50	16.27	158.38	151.38	163.65	+2.87	4.45
Kragvoer	11.30	11.21	11.39	+0.42	9.15	9.06	8.98	8.96	+0.49	13.42	4.17	4.21	4.42	+0.18	10.54
Kragvoer/kg lewende massa (g)	22.06	21.88	22.45	+1.02	3.56	16.91	16.87	16.60	+0.81	11.80	7.45	7.55	7.92	+0.36	11.46
Kragvoer/kg metaboliese massa (g)	104.88	104.07	106.40	+1.74	4.06	81.37	80.93	79.98	+4.05	12.27	36.25	36.67	38.50	+1.71	11.30
Totaal	19.55	21.29	21.42	+0.74	8.77	22.64	24.52	22.74	+1.30	13.69	22.38	21.59	23.34	+0.40	4.32
Totaal/kg lewende massa (g)	38.20	41.58	41.90	+1.20	7.26	42.20	45.83	42.17	+2.37	13.42	40.07 ^{ab}	38.77 ^b	41.52 ^a	+0.47	2.88
Totaal/kg metaboliese massa (g)	181.60	197.63	199.08	+5.92	7.53	202.95	220.32	203.07	+11.44	13.43	194.63 ^{ab}	188.27 ^b	202.13 ^a	+2.56	3.21
Organiesemateriaalinname (kg)															
Ruvoer	7.53	9.21	9.15	+0.75	21.24	12.36	14.12	12.49	+0.89	16.80	16.46	15.70	17.29	+0.37	5.47
Kragvoer	10.52	10.51	10.67	+0.23	5.23	8.29	8.22	8.16	+0.43	13.00	3.82	3.85	4.03	+0.18	11.04
Totaal	18.05	19.72	19.82	+0.68	8.71	20.65	22.34	20.65	+1.29	15.03	20.28	19.55	21.32	+0.30	3.58
Ruproteïeninnamte (kg)															
Ruvoer	1.32	1.65	1.62	+0.16	25.05	1.96	2.45	1.97	+0.10	11.81	2.76	2.63	2.77	+0.09	8.10
Kragvoer	1.65	1.65	1.82	+0.07	9.97	1.41	1.39	1.43	+0.09	15.78	0.65	0.64	0.70	+0.04	13.30
Totaal	2.97	3.30	3.44	+0.13	13.43	3.37	3.84	3.40	+0.16	10.81	3.41	3.27	3.47	+0.09	6.79
Veselinname (NDF) ⁶ (kg)															
Ruvoer	4.31	5.29	5.26	+1.17	22.99	6.97	7.75	7.08	+1.16	14.76	8.86	9.07	9.19	+1.49	6.49
Kragvoer	2.08	2.15	2.18	+0.08	3.49	2.06	1.83	1.88	+0.09	10.47	0.94	0.89	0.90	+0.02	1.73
Totaal	6.39	7.44	7.44	+1.16	15.87	9.03	9.58	8.96	+1.55	15.67	9.80	9.96	10.09	+1.49	4.88
Rantsoenkomponente (%)															
Ruvoer	41.87	47.15	45.90	+2.25	12.25	59.95	63.21	60.05	+1.43	5.75	80.86	80.43	80.32	+0.81	2.47
Kragvoer	58.13	52.85	54.10	+2.25	10.01	40.05	36.79	39.95	+1.43	9.02	19.14	19.57	19.68	+0.81	10.23

1. Twee keer/dag kragvoer

2. Vier keer/dag kragvoer

3. Agt keer/pad kragvoer

4. Standaardfout van die gemiddelde

5. Koëffisiënt van variasie

6. Neutraal onverteerbare vesel

a, b Gemiddeldes in dieselfde reël met verskillende boskrifte verskil

betekenisvol ($P \leq 0.05$)

F Nie-parametriese toetse uitgevoer

Tabel 5.5 Daaglikse voerinnam en fisiese rantsiensamestelling (vogvrye basis) van die laer produserende proefkoeie gedurende die onderskeie produksieperiodes

Item	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	2/D ¹	4/D ²	8/D ³	SF ⁴	KV% ⁵	2/D	4/D	8/D	SF	KV%	2/D	4/D	8/D	SF	KV%
Droëmateriaalinname (kg)															
Ruvoer	9.67	8.54	10.74	+0.54	13.74	13.42	14.62	15.30	+0.48	8.06	16.44	16.61	16.16	+0.58	8.69
Ruvoer/kg lewende massa (g)	18.83	16.60	20.60	0.94	12.38	25.41	27.75	28.50	+0.84	7.56	30.20	30.68	29.60	+0.93	7.51
Ruvoer/kg metaboliese massa (g)	89.68	79.03	98.42	+4.62	12.70	121.88	132.83	137.21	+4.05	7.59	145.77	147.90	142.90	+4.61	7.75
Kragvoer	9.79	9.64	8.90	+0.49	12.78	6.52	6.25	7.23	+0.25	9.11	2.86	3.02	2.96	+0.20	16.46
Kragvoer/kg lewende massa (g)	18.92	18.77	17.30	+1.15	15.32	12.27	11.93	13.57	+0.51	9.92	5.28	5.63	5.52	+0.36	16.26
Kragvoer/kg metaboliese massa (g)	90.15	89.35	82.32	+5.23	14.69	58.93	57.05	65.12	+2.36	9.60	25.52	27.05	26.52	+1.75	16.28
Totaal	19.46	18.18	19.64	+0.40	5.17	19.94	20.87	22.53	+0.52	6.03	19.30	19.62	19.12	+0.74	9.42
Totaal/kg lewende massa (g)	37.77	35.40	37.92	+0.90	5.94	37.70	39.65	42.08	+1.00	6.18	35.50	36.32	35.10	+1.22	8.35
Totaal/kg metaboliese massa (g)	179.83	168.35	180.72	+4.08	5.66	180.80	189.87	202.37	+4.75	6.09	17.13	17.50	16.95	+6.06	8.64
Organiesemateriaalinname (kg)															
Ruvoer	8.77	7.87	9.78	+0.47	13.18	12.22	13.30	14.03	+0.45	8.37	14.88	14.90	14.66	+0.51	8.50
Kragvoer	9.19	8.98	8.26	+0.48	13.23	6.01	5.65	6.64	+0.22	8.79	2.63	2.77	2.71	+0.18	16.66
Totaal	17.96	16.85	18.04	+0.39	5.47	18.23 ^a	18.95 ^{a,b}	20.67 ^b	+0.47	5.91	17.51	17.67	17.37	+0.67	9.41
Ruproteïenname (kg)															
Ruvoer	1.56	1.34	1.73	+0.11	17.76	2.01	2.14	2.00	+0.11	13.03	2.66	2.55	2.48	+0.13	12.42
Kragvoer	1.45	1.40	1.32	+0.07	12.90	0.98	0.99	1.12	+0.05	11.84	0.44	0.46	0.46	+0.03	18.68
Totaal	3.01	2.74	3.07	+0.10	15.46	2.99	3.13	3.12	+0.15	11.71	3.10	3.01	2.94	+0.11	8.73
Veselinname (NDF)⁶ (kg)															
Ruvoer	5.07	4.48	5.58	+0.41	8.33	6.52	7.22	7.84	+0.64	10.20	8.15	8.58	7.55	+1.83	11.89
Kragvoer	1.88	1.85	1.74	+0.29	16.12	1.27	1.39	1.46	+0.15	11.48	0.59	0.60	0.64	+0.11	15.38
Totaal	6.95	6.33	7.32	+0.28	4.15	7.79	8.61	9.30	+0.54	7.19	8.74	9.18	8.19	+1.89	10.71
Rantsoenkomponente (%)															
Ruvoer	49.39	46.35	53.75	+1.98	9.72	67.97	70.73	67.94	+1.29	4.60	85.42	84.95	84.71	+0.63	1.81
Kragvoer	50.61	53.65	46.25	+1.98	9.65	32.03	29.27	32.06	+1.29	10.18	14.58	15.05	15.29	+0.63	10.28

1. Twee keer/dag kragvoer
 2. Vier keer/dag kragvoer
 3. Agt keer/pad kragvoer
 4. Standaardfout van die gemiddelde
 5. Koëffisiënt van variasie
 6. Neutraal onverteerbare vesel
- a, b Gemiddeldes in dieselfde reël met verskillende boskryfte verskil betekenisvol ($P \leq 0.05$)
- F Nie-parametriese toetse uitgevoer

'n oorsigartikel ses gevalle aan waar frekwente voeding betekenisvol hoër ruvoerinname tot gevolg gehad het. Linder et al. (1979) het 'n hoogs betekenisvolle ($P \leq 0,01$) verhoging in daaglikse ruvoerinname (1,1 kg DM/dag) met frekwente krag- en ruvoervoeding (66% kragvoer in die rantsoen) in vergelyking met twee keer krag- en ruvoervoeding per dag gevind. By herhaling van hierdie werk met 'n 50% kragvoerrantsoen, is in teenstelling met die bevindinge van die huidige studie, geen effek op ruvoerinname waargeneem nie. Rohr & Daenicke (1973) met 75% kragvoer in die rantsoen en Kaufmann (1976) met 64% kragvoer in die rantsoen het albei 'n styging in ruvoerinname by melkbeeste waargeneem. Eersgenoemde outeur het 'n styging van 30 tot 33% in ruvoerinname gevind, en het saam met Johnson (1980) verklaar dat die groot voordeel van frekwente kragvoervoeding as 'n voertegniek gesetel is in die hoër ruvoerinname wat gevind word. In die huidige studie is neigings tot hoër ruvoerinname deur frekwente kragvoervoeding by rantsoenkonsentrasies van ongeveer 30 tot 58% kragvoer veroorsaak. In hierdie reeks kragvoerkonsentrasies word nie-betekenisvolle afnames in sellulosevertering deur twee keer per dag kragvoervoeding veroorsaak (kyk 4.1.2.3). Volgens die literatuur blyk dit dat betekenisvolle verhogings in ruvoerinname vanweë frekwente kragvoervoeding by kragvoerkonsentrasies van 60% en hoër voorkom. In teenstelling met kragvoerkonsentrasies van tot 59% word sellulosevertering wel by hierdie

kragvoerkonsentrasies (60% en hoër) betekenisvol onderdruk. Dit wil dus voorkom asof die kragvoerkonsentrasies in die huidige studie te laag was om 'n duidelike invloed van frekwente kragvoervoeding op ruvoerinnname te toon. Uit die literatuur blyk dit dat vier keer kragvoervoeding die optimum resultaat ten opsigte van ruvoerinnname gelewer het (Kaufmann, 1976; Linder et al., 1979; Gill & Castle, 1983). Met die toepassing van hierdie voertegniek moet diere egter vrye toegang tot ruvoer hê.

Volgens die kragvoerkonsentrasies in die proefrantsoene (Tabelle 5.4 en 5.5) was slegs die voerinnname van die HP- en LP-diere gedurende vroeë laktasie (50 tot 60% kragvoer) waarskynlik onder metaboliese beheer (Jarrige, 1986). Die norm van Conrad et al. (1964) ('n DM-verteerbaarheid van 67%) dui egter daarop dat metaboliese faktore moontlik voerinnname by beide produksiegroepe tot 'n laatlaktasie beheer het (Tabelle 4.5 en 4.6). Volgens Broster (1975) lei 'n verhoogde totale VVS-konsentrasie in die rumen tot 'n styging in bloedmetabolietkonsentrasie. In die huidige studie het frekwente kragvoervoeding geen duidelik waarneembare invloed op hierdie parameter uitgeoefen nie. Derhalwe is dit onwaarskynlik dat hierdie faktor 'n invloed op inname kon uitgeoefen het. Verder blyk dit volgens die resultate van die huidige studie dat frekwente kragvoervoeding 'n geringe verlaging in die fluktuasie van propioonsuur oor 24-uur by albei produksiegroepe

teweeggebring het (figure 4.16 tot 4.18). Hierdie resultate kon moontlik, soos deur French & Kennelly (1985) met frekwente kragvoervoeding gevind, laer pieke in die plasmakonsentrasie van insulien teweeggebring het. Dit kon ook meebring dat koeie onmiddellik na kragvoervoeding, of binne 'n korter tydperk daarna begin het om ruvoer in te neem. Die invloed van frekwente voeding op die hormoon, oestrogeen, wat voerinname gedurende hitteperiodes en laat dragtigheid, deur beperkings op energieverbruik, onderdruk (Tarttelin, 1968; Forbes & Rook, 1970; Forbes, 1971) vereis verdere ondersoek. 'n Neiging tot 'n meer konstante asynsuurproduksie (kyk 4.2.3.2), en rumen-pH (kyk 4.2.1.2) wat in sommige gevalle van frekwente kragvoervoeding waargeneem is, kon ook bygedra het tot die verhoogde ruvoerinnames (Johnson *et al.*, 1966; Baile & Forbes, 1974; Weston, 1982). Die nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verhogings in ruvoerinnames het, gedurende vroeë en midlaktasie, met gelyke kragvoerinnames tussen behandelings (HP- en LP-diere) plaasgevind. Dit dui daarop dat frekwente kragvoervoeding (hoër ruvoerinnames) die assosiatiewe effek tussen ru- en kragvoer (afname in sellulosevertering) tot 'n mate verlig het. 'n Soortgelyke verklaring vir verhoogde ruvoerinnames word deur Jarrige (1986) aangebied.

'n Afname in ruvoerinnames by energierikerantsoene, veral in vroeë laktasie terwyl die koeie se voedingsbehoefte maksimaal is (Jarrige, 1986), het daartoe gelei dat Donefer,

Lloyd & Crampton (1963) voorgestel het dat "rumen fill" ook by energierykerantsoene voerinname beperk. In die verband is Forbes (1986) van mening dat indien die verskillende teorieë ten opsigte van voerinname (gluko-, lipo, termo- en die energostatiese teorie) geïntegreerd optree, dit voerinname onder baie verskillende toestande verklaar en dat die verskillende terugvoersei (waaronder fisies en metabolies) additief optree. Hierdie teorie word ondersteun deur Broster (1972) wat verklaar dat fisiese beperkings by hoë produseerders verhoed dat 'n positiewe energiebalans bereik word. Waldo (1986) het ook gevind dat fisiese beperkingslimiete op voerinname deur hoër voedingstofbehoefte verhoog kan word. Uit die bespreking tot dusver en die resultaat van die huidige studie blyk dit dat fisiese en metaboliese beperkings op voerinname tot 'n mate deur frekwente kragvoervoeding by kragvoerkonsentrasies van 30 tot 58% opgehef kan word.

5.2.2.2 Inname van voedingsbestanddele

In die huidige ondersoek is oor die algemeen nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) hoër DMI's by die frekwent gevoerde hoë produseerders gedurende die verskillende laktasiestadiums waargeneem (Tabel 5.4). So byvoorbeeld is 'n verbetering in DMI van gemiddeld 8,60% by die HP 4/D- in vergelyking met die HP 2/D-behandelings gevind. Hierdie verbetering in DMI kan hoofsaaklik aan 'n verhoogde

ruvoeriname van die proefkoeie toegeskryf word. Hierdie verhoogde ruvoeriname is ook weerspieël in die verhoogde inname van die meeste ander voedingskomponente (OM, RP, NDF).

By die laer produseerders (Tabel 5.5) het in sommige gevalle eweneens nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verhogings in DMI weens frekwente kragvoervoeding voorgekom. Gedurende vroeë laktasie het slegs die LP 8/D-diere 'n neiging tot 'n hoër (0,92%) DMI as die LP 2/D-diere getoon. Gedurende midlaktasie het die LP 4/D- en LP 8/D-behandeling geneig tot hoër DMI's en wel onderskeidelik 4,66 en 12,99% hoër as die LP 2/D-behandelings. Soos in die geval van die hoë produseerders het verhoogde ruvoerinnames weereens die grootste bydrae tot die verhoging in DMI's gelewer. Die LP 8/D-diere het egter gedurende midlaktasie ook gemiddeld 0,71 kg meer kragvoer/dag as die ooreenstemmende LP 2/D-diere ingeneem. Dit het 'n betekenisvolle ($P \leq 0,05$) hoër OM-inname by die LP 8/D- in vergelyking met LP 2/D-diere tot gevolg gehad.

In verskeie studies is 'n verhoogde DMI vanweë frekwente kragvoervoeding by melkkoeie gevind (Campbell & Merilan, 1961; Jorgensen, Schultz & Barr, 1965; Kaufmann, 1973; Rohr & Daenicke, 1973; Kaufmann, 1976; Johnson, 1980; Knight, 1980; Rickaby, 1980; Gill & Castle, 1983; Gibson, 1984). Geen betekenisvolle verhoging in ruvoeriname en

totale DMI vanweë frekwente voeding kon deur Rohr & Daenicke (1973) en Garcia et al. (1980) by lae kragvoerrantsoene (50% en minder) waargeneem word nie. Daarenteen het verskeie navorsers (Rohr & Daenicke, 1973; Kaufmann, 1976; Bragg et al., 1986) wel by hoë kragvoerrantsoene (64% en meer) betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verhogings in ruvoer- en DMI gevind. In geval van die huidige studie is laer kragvoerkonsentrasies (57% en minder) gevoer en verklaar dit waarskynlik die nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verhogings in ruvoer- en DMI wat by frekvent gevoerde diere voorgekom het.

'n Lae voedingspeil (inname) vir slegs 'n paar dae onmiddellik na kalf kan 'n groot invloed op die totale melkproduksie oor die laktasie uitoefen (Broster, 1977). Volgens Broadbent (1977) is 'n hoë voerinname gedurende vroeë laktasie 'n vereiste wat aan alle voersisteme gestel kan word. Vanweë die invloed van frekwente kragvoervoeding op inname kan dit veral by kragvoerpersentasies van hoër as 60%, 'n rol speel. Die algemene hoë DMI (gemiddeld 3,9% van liggaamsmassa vir alle diere oor laktasie) in die huidige studie, kan moontlik aan die aanwending van peulplanthooi as ruvoerbron toegeskryf word (Crampton et al., 1960; Thornton & Minson, 1973). Verlengde fotoperiodes deurdat ligte in die voerstal gedurende die nag gebruik is en die uitskakeling van kompetisie by voerkrippe weens individuele voeding kon moontlik ook 'n rol gespeel het. In die verband het Forbes (1986b) die gunstige invloed van fotoperiode en

uitskakeling van kompetisie op voeriname van melkbeeste uitgewys.

5.2.2.3 Verteerbare voedingstofinname

Volgens Waldo (1986) is inname oor die algemeen van veel groter belang as die verteerbaarheid van 'n voer. Alhoewel hierdie stelling onder die meeste voerpraktyke van toepassing is (Van Soest et al., 1978), word die voedingswaarde van 'n voer hoofsaaklik deur beide inname en verteerbaarheid beïnvloed (Crampton et al., 1960; Bath, 1985).

Deur gebruik te maak van die onderskeie verteringskoëffisiënte (4.1.2) en voedingstofinname (Tabelle 5.4 en 5.5) is verteerbare voedingstofinname vir die behandelings in beide produksiegroepe binne laktasiestadia bereken. Hierdie gegewens word in Tabel 5.6 weergegee. Geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verskille in die inname van verteerbare voedingstowwe tussen behandelings is by beide produksiegroepe waargeneem nie. Frekwente kragvoervoeding (4/D- en 8/D-behandelings) aan hoë produseerders het egter geneig om die verteerbare voedingstofinname oor die algemeen te verhoog. Die grootste styging in verteerbare voeriname by hoë produseerders het gedurende midlaktasie voorgekom.

Tabel 5.6 Verteerbare voedingstofinname van die twee produksiegroepe gedurende die onderskeie produksieperiodes

Item (Verteerbare voedingstofinname)	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	HP2/D ¹	HP4/D ²	HP8/D ³	SF ⁴	KV% ⁵	HP2/D	HP4/D	HP8/D	SF	KV%	HP2/D	HP4/D	HP8/D	SF	KV%
Droëmateriaal (kg)	12.44	13.54	14.16	+0.53	9.65	14.96	16.98	15.05	+1.08	16.86	15.07	15.33	16.22	+0.42	6.66
Organiesemateriaal (kg)	11.71	12.96	13.46	+0.48	9.28	13.91	15.73	14.19	+1.10	18.36	14.02	14.07	15.21	+0.38	6.42
Ruproteïen (kg)	1.91	2.27	2.31	+0.11	12.82	2.29	2.77	2.40	+0.13	13.23	2.45	2.50	2.50	+0.11	10.89
Energie (MJ)	227.11	251.39	261.03	+10.72	10.66	269.85	305.16	275.32	+20.37	17.61	272.05	273.05	295.07	+7.18	6.28
Vesel (NDF) ⁶ (kg)	2.67	3.08	3.62	+0.54	16.68	4.67	5.62	4.85	+1.45	13.22	5.21	6.01	5.83	+0.60	10.44
	LP2/D ⁷	LP4/D ⁸	LP8/D ⁹	SF	KV%	LP2/D	LP4/D	LP8/D	SF	KV%	LP2/D	LP4/D	LP8/D	SF	KV%
Droëmateriaal (kg)	12.65	12.09	13.05	+0.60	11.62	14.27	13.80	15.84	+0.73	12.30	13.55	12.76	13.15	+0.72	13.34
Organiesemateriaal (kg)	11.99	11.58	12.29	+0.52	10.67	13.25	12.79	14.82	+0.67	12.11	12.48	11.62	12.11	+0.63	12.88
Ruproteïen (kg)	2.11	1.96	2.13	+0.10	12.16	2.26	2.24	2.25	+0.11	12.74	2.38	2.21	2.27	+0.07	7.21
Energie (MJ)	232.60	224.56	238.49	+10.99	11.61	256.95	248.03	287.41	+13.41	12.44	242.05	225.38	234.84	+12.13	12.69
Vesel (NDF) ⁶ (kg)	3.41	2.89	3.69	+0.53	15.79	4.61	3.93	5.28	+0.63	15.10	5.24	4.86	4.35	+0.83	16.31

1. Hoë produseerders, twee keer/dag kragvoer
2. Hoë produseerders, vier keer/dag kragvoer
3. Hoë produseerders, agt keer/pad kragvoer
4. Standaardfout van die gemiddelde
5. Koëffisiënt van variasie
6. Neutraal-onoplosbare vesel
7. Laer produseerders, twee keer/dag kragvoer
8. Laer produseerders, vier keer/dag kragvoer
9. Laer produseerders, agt keer/dag kragvoer

By die laer produseerders het slegs die 8/D-diere gedurende midlaktasie 'n noemenswaardige hoër verteerbare voedingstofinname as die ooreenstemmende 2/D-diere getoon. Hierdie styging kon duidelik aan 'n hoër voeriname (Tabel 5.5) en nie hoër voerverteerbaarheid (Tabel 4.6) toegeskryf word nie. In die ander gevalle (LP-diere) het verteerbare voedingstofinname geen positiewe reaksie op frekwente kragvoervoeding getoon nie. Dit kan aan 'n relatief kleiner reaksie in voedingstofinname in vergelyking met die HP-diere en/of klein dalings in voerverteerbaarheid met frekwente voeding (Tabel 4.6) toegeskryf word.

Samevattebnd blyk dit dat frekwente- in vergelyking met konvensionele voeding geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) invloed op verteerbare voedingstofinname uitgeoefen het nie. Neigings tot verhoogde ruvoerinnames, deurdat fisiese en metaboliese innamebeperkings moontlik in 'n mate opgehef is, is by die HP- en LP-diere (30 tot 58% kragvoer) waargeneem. Neigings tot verhoogde innames van voedingsbestanddele (DM, OM, RP, en NDF) is deur hierdie hoër ruvoerinnames veroorsaak. In ander studies is betekenisvolle verhogings in ruvoer- en DMI slegs gevind indien kragvoerkonsentrasies 60% oorskry het. Die nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verhogings wat in die huidige studie gevind is kan dus moontlik aan die laer kragvoerkonsentrasies toegeskryf word. In die geval van verteerbare voedingstofinname, het

frekwente kragvoervoeding 'n geringe verhoging by hoë produseerders tot gevolg gehad.

5.3 LIGGAAMSMASSA

5.3.1 Massaveranderings gedurende laktasie

Liggaamsmassaveranderings van lakterende koeie is die gevolg van 'n kombinasie van groei, dragtigheid en die alternatiewelike neerlê en ophef van liggaamsreserwes (Neitz, 1974). Gedurende vroeë laktasie oorskry die energie benodig, bereken volgens die energie-inhoud van die melk geproduseer, normaalweg die inname van energie. Alhoewel 'n hoë fraksie van die ME in voer gedurende hierdie laktasiestadium vir produksie aangewend word (Coppock, 1985) kan dié negatiewe energiebalans slegs deur benutting van reserwes oorbrug word (Doyle, 1983). Koeie verloor gewoonlik 45 tot 90 kg, maar selfs 180 kg massa binne 75 dae na kalf (Flatt, 1966). Liggaamsreserwes word weer gedurende die laaste twee-derdes van laktasie aangevul (Jarrige, 1986). Vrywillige droëmateriaalinname (VDMI) neem gedurende hierdie laktasiestadia stadiger af as melkproduksie en die prioriteit ten opsigte van produksie daal (Coppock, 1985). Die mate waarin liggaamsmassa binne die breë patroon oor laktasie verander word deur verskeie faktore beïnvloed. Voedingsvlak relatief tot potensiële produksie, speel hier

'n bepalende rol (Doyle, 1983; Baldwin, Forsberg & Hu, 1985). Indien voedingsvlak nagenoeg aan die voedingstofbehoefte volgens potensiële produksie voldoen, sal bykomstige voer liggaamsreserwes gedurende vroeë laktasie bespaar. Potensiële produksie neem ook af soos laktasie vorder (Broster, 1980; Doyle, 1983; Broster et al., 1985), wat mag veroorsaak dat voerinnome die voedingsbehoefte relatief maklik oorskry en liggaamsweefsel word dan neergelê. Hoë kragvoerrantsoene mag dus liggaamsreserwes gedurende vroeë laktasie bespaar, terwyl dit gewoonlik 'n groter aanvulling gedurende latere laktasiestadia aanmoedig (Broster, 1972, 1977; Broster et al., 1985). Andersyds word meer liggaamsreserwes in vroeë laktasie deur koeie van 'n hoë genetiese waarde (hoë potensiële melkproduksie) onttrek en minder gedurende later stadiums van laktasie neergelê (Broster, 1972; Bauman et al., 1985).

Die verlies en wins aan liggaamsmassa gedurende onderskeidelik vroeë en latere stadiums van laktasie speel 'n sleutelrol in die voerstrategie van melkkoeie (Broster, 1980). In kontras met ander aspekte (verteerbaarheid van rantsoene en die doeltreffendheid waarmee ME vir melkproduksie aangewend word) verskil individuele diere merkbaar in die manier waarop geabsorbeerde voedingstowwe benut word (Bauman et al., 1985). Die belangrikste verskille tussen diere kom dus in voerinnome en die

aanwending van energie vir die produksie van melk of liggaamsweefsel voor (Clark & Davis, 1983; Bauman et al., 1985). Hierdie verskille kom ook tussen rantsoentipes voor (Bauman et al., 1985). 'n Hoë piek, en dus totale melkproduksie (Coppock, 1985) is verwant aan die vermoë van die melkkoei om liggaamsreserwes te onttrek. Die manipulasie van die rigting van energiebenutting (na melk- of vetsintese), en die tydsduur daarvan hou dus ten opsigte van produksiedoeltreffendheid groot moontlikhede in (Oldham & Sutton, 1979; Clark & Davis, 1983; Bauman et al., 1985; Coppock, 1985).

5.3.2 Faktore wat massaverandering beïnvloed

Die rigting waarin energie in die diereliggaam gekanaliseer word, is 'n multigene eienskap wat deur hormone in sirkulasie, ensiemaktiwiteit en reaktiwiteit van die betrokke weefsels beheer word (Bauman et al., 1985).

5.3.2.1 Hormone en sirkulasie

Die toediening van groeihormone aan groeiende varke het veroorsaak dat voedingstowwe meer na spierweefsel as adipose weefsel gekanaliseer is (Bauman, 1984). Volgens die resultaat van inname-, verterings- en produksiestudies het hierdie outeur verwag dat die groeihormone vetsure en glukose in melkkoeie weg van adipose- in die rigting van

uierweefsel sou kanaliseer. Peel, Fronk, Bauman & Gorewitt (1982) en Bines & Hart (1986) het hierdie waarneming bevestig en het verklaar dat relatief hoë vlakke van die groeihormone in die bloed selfs mobilisasie van adipose weefsel tot gevolg kan hê. Insulien stimuleer weer esterifikasie van vetsure en dus die gebruik van glukose, asetaat en aminosure vir die produksie van vetweefsel (Benson, Askew, Emery & Thomas, 1972; Clark & Davis, 1983). Lipogenese word dus deur 'n hoë insulien/groeihormoon plasmaverhouding bevorder terwyl 'n lae insulien/groeihormoon plasmaverhouding lipolise stimuleer (Forbes, 1980; Clark & Davis, 1983).

Die uitskeiding van insulien deur die pankreas is 'n ingewikkelde multifaktoriale proses met vier basiese metodes van fisiologiese beheer, naamlik: Direkte senuwee-gekoppelde stimulerende en inhiberende invloede, endokriene meganismes, variasie in sirkulerende metaboliet konsentrasies en lokale parakriene interaksies. Indien sommige van die direkte invloede van voeding op insulienuitskeiding egter begryp word, mag dit bydra om voerdoeltreffendheid te maksimeer (Bines & Hart, 1986). Insulien, in kontras met die groeihormone, is reaktief op veranderings in die energiestatus van die koei wat oor 'n kort tydsbestek voorkom. Bines & Hart (1986) het gevind dat die bloedkonsentrasie van insulien tot ses keer hoër na 'n maaltyd as voor voeding was. Omdat slegs propionaat die

uitskeiding van insulien betekenisvol stimuleer (Forbes, 1980), word insulienvlakke deur hoë voedingsvlakke verhoog (Jenny & Polan, 1975) terwyl groeihormone onderdruk word (Bauman, Akers, Chapin, Tucker & Convey, 1979). Orskov het reeds gedurende 1975 verklaar dat 'n lae nie-glukogeniese verhouding kan veroorsaak dat vetweefsel van mobilisasie van lipiede na aktiewe lipied-sintese kan oorskakel. Daar blyk dus 'n verhouding te wees tussen die hoeveelheid insulien vrygestel en energie ingeneem, terwyl die tempo van toename in bloedkonsentrasie van insulien na voeding die kritiese faktor is wat energie in 'n bepaalde rigting kanaliseer (Hart, 1983).

5.3.2.2 Ensiemaktiwiteit

Werk aangehaal deur Bauman (1984) het aangetoon dat die dramatiese afname in lipiedsintese gedurende vroeë laktasie met 'n afname in die aktiwiteit van geassosieerde sleutelensieme saamgeval het. Die aktiwiteit van NADPH-genererende ensieme het gedurende hierdie periode skerp afgeneem (Grichting, Baldwin & Smith, 1977). NADPH is noodsaaklik vir vetsuursintese vanaf asetiel-KoA en hierdie reduserende ekwivalent word hoofsaaklik vanaf die oksidasie van glukose deur die pentose-siklus verkry (Orskov, 1975; Forsberg *et al.*, 1984). Gedurende vroeë laktasie was daar ook 'n afname in die aktiwiteit van lipoproteïenlipase wat veroorsaak het dat die opname van vetsure van sirkulerende

lipoproteïene deur vetweefsel verminder is (Vernon et al., 1981). Rantsoene hoog in kragvoer kan egter, afhange van die laktasiestadium, tot toenemende hepatiese glukoneogenese, hoër glukose- en insulienpeile in die bloed en 'n hoër lipoproteïenlipase-aktiwiteit in die vetweefsel lei (Benson et al., 1972). Betekenisvolle produksie van NADPH via die pentose siklus is ook aangedui indien die aktiwiteit van hierdie siklus deur verhoogde beskikbaarheid van asetaat aan die vetweefsel bevorder word (Forsberg et al., 1985).

5.3.2.3 Reaktiwiteit van betrokke weefsels

Gebeure binne die selle van die liggaam is 'n reaksie op fisiologiese seine van buite die sel. Hormoonkonsentrasie in die bloed maar ook die aantal hormoonreseptore op die oppervlakte van die sel, die mate van binding van 'n hormoon op 'n reseptor, oordra van die hormonale sein na die selkern en vertolking daarvan bepaal die intensiteit van fisiologiese seine (Bauman et al., 1985). Al hierdie prosesse mag egter saam met die fisiologiese staat van die dier verander. In vitro en in vivo studies het byvoorbeeld gedemonstreer dat die lipolitiese reaksie van vetweefsel op epinifrien en nor-epinifrien by koeie in vroeë laktasie verhoog. Die proses was verwant aan die aantal reseptore, spesifiek vir hierdie hormone, in die vetweefsel (Bauman, 1984). Met skape is gevind dat die aantal insulienreseptore

in die vetweefsel vanaf die laaste derde van dragtigheid afneem. Die afname in vetsuursintese en die afname in die aktiwiteit van lipoproteïenlipase stem hiermee ooreen (Vernon, Clegg & Flint, 1981). Hierdie aanpassing in die vetweefsel het veroorsaak dat glukose en insulien nie in staat was om die tempo van mobilisasie van hierdie weefsel gedurende vroeë laktasie te onderdruk nie (Metz & Van den Bergh, 1977). Broster (1972, 1977) en Broster et al. (1985) is egter van mening dat hoë insulienpeile gedurende vroeë laktasie wel in staat is om mobilisasie van liggaamsreserwes te onderdruk.

Geen data ten opsigte van ensiemaktiwiteit of wat as aanduiding van die reaktiwiteit van die betrokke weefsels kon dien, is die huidige studie ingesamel nie. Hierdie twee aspekte behoort egter, binne laktasiestadiums, in ag geneem te word by die beoordeling van die invloed van frekwente kragvoervoeding op liggaansmassaverandering.

5.3.3 Die invloed van frekwente voeding op massaverandering

Die verandering in lewendemassa van die twee produksiegroepe gedurende die onderskeie produksieperiodes word in Tabel 5.7 weergegee. Geen betekenisvolle ($P < 0,05$) verskille in liggaansmassaverandering het gedurende hierdie ondersoek voorgekom nie. Volgens Gibson (1984) het die meerderheid

Tabel 5.7 Verandering in lewende massa van die proefkoeie gedurende die onderskeie produksieperiodes

Item	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	HP2/D ¹	HP4/D ²	HP8/D ³	SF ⁴	KV% ⁵	HP2/D	HP4/D	HP8/D	SF	KV%	HP2/D	HP4/D	HP8/D	SF	KV%
Beginmassa (kg)	513.50	508.17	518.00	+5.74	2.74	535.33	534.00	540.17	+4.41	2.01	554.50	560.00	563.17	+1.75	0.78
Eindmassa (kg)	517.50	517.67	507.66	+6.53	3.11	543.33	544.67	549.33	+2.30	1.03	570.50	564.83	565.83	+6.27	2.71
Gemiddelde massa (kg) ⁶	516.17	514.17	514.00	+4.32	2.06	538.83	539.33	542.50	+3.10	1.41	563.50	562.00	565.17	+5.78	1.54
Massatoename of -verlies (kg)	+4.00	+9.50	-10.33	+8.85	205.40	+8.00	+10.67	+9.17	+5.34	140.90	+16.00	+4.83	+2.67	+5.78	180.86
	LP2/D ⁷	LP4/D ⁸	LP8/D ⁹	SF	KV%	LP2/D	LP4/D	LP8/D	SF	KV%	LP2/D	LP4/D	LP8/D	SF	KV%
Beginmassa (kg)	514.33	521.00	511.67	+2.50	1.19	521.17 ^b	523.67 ^b	533.17 ^a	+2.10	0.98	538.50	541.50	543.67	+6.34	2.87
Eindmassa (kg)	519.00	515.17	526.17	+6.63	3.12	526.33	526.17	537.33	+6.63	3.07	548.83	547.33	549.67	+4.12	1.84
Gemiddelde massa (kg) ⁶	519.67	519.33	518.83	+5.03	2.37	524.17	525.33	535.00	+4.19	1.95	544.83	544.33	547.33	+3.87	1.75
Massatoename of -verlies (kg)	+4.67	-5.83	+14.50	+4.77	262.98	+5.17	+2.50	+4.17	+7.08	439.87	+10.33	+5.83	+6.00	+7.14	236.81

1. Hoë produseerders, twee keer/dag kragvoer
 2. Hoë produseerders, vier keer/dag kragvoer
 3. Hoë produseerders, agt keer/pad kragvoer
 4. Standaardfout van die gemiddelde
 5. Koëffisiënt van variasie
 6. Drie metings tydens elke proefperiode is in ag geneem
 7. Laer produseerders, twee keer/dag kragvoer
 8. Laer produseerders, vier keer/dag kragvoer
 9. Laer produseerders, agt keer/dag kragvoer
- a, b Gemiddeldes in dieselfde reël met verskillende boskryfte verskil betekenisvol ($P < 0.05$)

van studies oor frekwente voeding geen invloed op massaveranderinge getoon nie. In die huidige ondersoek het slegs die HP 8/D- en LP 4/D-diere massaverliese gedurende vroeë laktasie getoon. By hierdie groepe is skynbaar onderskeidelik 1,02 en 0,75 kg meer reserwes per dag as by die 2D-diere vanaf adipose weefsel na melkproduksie gekanaliseer. Volgens studies oor groeihormoon (Convey, 1974; Smith, Hansel & Coppock, 1976) en insulienkonsentrasies in bloed, behoort lipolise gewoonlik tydens hierdie laktasiestadium voor te kom (Bines & Hart, 1986). By studies oor frekwente voeding waar liggaamsmassas aangeteken is, het alle diere, buiten die kontrolediere in een ondersoek (Gill & Castle, 1983) in massa toegeneem (Gibson, 1984). Min ondersoeke na frekwente voeding is egter spesifiek binne vroeë laktasie uitgevoer. Gill & Castle (1983) wat frekwente voeding (30% kragvoerrantsoen) vanaf dag 56 van laktasie toegepas het, het gevind dat frekwent gevoerde koeie teen 'n nie-betekensvolle vinniger tempo in massa toegeneem het as diere wat kragvoer twee keer daagliks ontvang het. Dit is in ooreenstemming met die neiging van die HP 4/D- en LP 8/D-diere gedurende vroeë laktasie in die huidige ondersoek. Dié hoër tempo in liggaamsmassatoename word aan 'n hoër beskikbaarheid van voedingstowwe (Burt & Dunton, 1967; Sutton *et al.*, 1985) toegeskryf. Dit is egter te betwyfel of die ander frekwent gevoerde diere (HP 8/D- en LP 4/D-diere) gedurende vroeë laktasie minder voedingstowwe tot hulle beskikking gehad het (kyk ook

5.2.2.3). Die oorsake vir hierdie verskille in liggaansmassaverandering by frekwent gevoerde diere (dieselfde produksiegroep) moet dus eerder op ander gebiede (hormoonverhoudings in bloed?) gesoek word. Dit blyk egter volgens die resultate van die huidige studie dat frekwente voeding geen duidelike invloed gedurende vroeë laktasie op liggaansmassaveranderings uitgeoefen het nie.

In teenstelling met die HP 4/D- en HP 8/D-diere gedurende midlaktasie, het die ander frekwent gevoerde diere in mid en laatlaktasies geneig om teen 'n laer tempo as die 2/D-diere in massa toe te neem. Die oorgrootte meerderheid ondersoekers het egter aangedui dat frekwente voeding in hierdie laktasiestadia met 'n geringe verhoging in massatoename gepaard gegaan het (Gibson, 1984). In die huidige studie het slegs die frekwent gevoerde HP-diere in midlaktasie 'n nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) hoër massatoename as die ooreenstemmende 2/D-diere getoon. Die neiging van die LP-diere tot laer massatoenames met frekwente voeding in mid- en laatlaktasie asook die HP-diere in laatlaktasie is in ooreenstemming met die werk van Sutton *et al.* (1985). Hierdie outeur het gevind dat die neiging tot laer massatoenames met frekwente voeding vergroot soos die kragvoerkonsentrasie van 60 tot 80% toegeneem het. 'n Groter daaglikse afname van 0,2 kg in liggaansmassa gedurende vroeë laktasie of 'n 0,2 kg kleiner daaglikse toename gedurende latere laktasiestadia verteenwoordig 'n

groot kanalisering van energie na melkproduksie (Gibson, 1984). Die laer massatoenames weens frekwente voeding gedurende mid- en laatlaktasie het van 0,19 kg/dag (LP 4/D-diere in midlaktasie) tot 0,95 kg/dag (HP 8/D-diere in laatlaktasie) gewissel. Hierdie verandering in die kanalisering van energie het met 'n gelyke of hoër verteerbare voedingstofinname (5.2.2.3) gepaard gegaan en kon tot hoër melk- en/of bottervetproduksies bygedra het. Die genetiese potensiaal van die proefdiere kon egter ook verwagte produksiestygings beïnvloed het.

By die beoordeling van die invloed van frekwente kragvoervoeding op die benutting van energie moet voerinname (Borster et al., 1985) en die patroon van kragvoervoeding oor 24-uur (Sutton, 1985) in ag geneem word. Bogenoemde faktore het in die huidige studie, soos in die ondersoek van Sutton et al. (1985), nie 'n groot verskuiwing in die produksie van VVS teweeggebring nie (kyk 4.2.3.1). Ten spyte hiervan verklaar Sutton et al. (1985) dat frekwente voeding tot laer insulienkonsentrasies na voeding lei, as by diere wat twee keer/dag kragvoer ontvang het. Dit is deur die resultate van French & Kennelly (1985) met 60% kragvoer in die rantsoen van proefkoeie beaam. Frekwente kragvoervoeding mag dus moontlik, deur hierdie laer bloedkonsentrasies van insulien, lipoproteïenlipase-aktiwiteit en die benutting van vetsure vir lipogense beperk. Meer asetaat en glukose (die pentose siklus word

nie gestimuleer nie - kyk 5.3.2.2) sal by implikasie vir melksintese beskikbaar wees. 'n Onderzoek na die invloed van frekwente kragvoervoeding op hormoonvlakke (insulien) in die bloed, spesifiek gedurende vroeë en midlaktasie, mag die invloed van hierdie voertegniek op weefselmobilisasie en -neerlegging uitklaar. In die geval van die huidige studie is hormoonvlakke nie in die bloed bepaal nie.

Uit die huidige studie en die literatuur blyk dit dat frekwente kragvoervoeding liggaansmassaverandering gedurende enige laktasiestadium nie statisties betekenisvol ($P \leq 0,05$) beïnvloed het nie. Sutton et al. (1985) het gevind dat frekwente kragvoervoeding vanaf 'n kragvoerkonsentrasie van 80% en hoër veroorsaak dat beskikbare voedingstowwe vir melk - eerder as vetsintese aangewend word. By laer konsentrasies kragvoer word 'n verhoogde hoeveelheid beskikbare voedingstowwe weens frekwente voeding, vir melk-en vetsintse aangewend (Sutton et al., 1985). In die huidige ondersoek is frekwente kragvoervoeding, anders as in die geval van Sutton et al. (1985), in kombinasie met ad lib. ruvoer gebruik. Onder hierdie omstandighede en met lae kragvoerkonsentrasies ('n maksimum van 57%) het frekwente voeding geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) invloed op massaveranderinge van die proefkoeie uitgeoefen nie. As alternatief kan beskermdes vetprodukte, wat nie insulienuitskeiding stimuleer nie (Bines & Hart, 1986), in melkbeesrantsoene ingesluit word. Die benutting van hoë

kwaliteit ruvoere (dus lae kragvoerkonsentrasies) en chemiese rantsoenbuffers mag ook soos beskermde vet veroorsaak dat voedingstowwe vir melk- eerder as vetweefselisintese aangewend word. Die koste om diere weer voor die volgende kalfdatum in goeie kondisie te kry, sal egter in ag geneem moet word (Bauman et al., 1985).

5.4 MELKPRODUKSIE EN -SAMESTELLING

Produkte van dierlike oorsprong vorm 'n integrale deel van die Westerse dieet. Dit voorsien nie alleen hoë kwaliteit voedingsbestanddele nie, maar produkte soos melk en vleis word as noodsaaklike en "beskermende" voedselsoorte beskou waarsonder dit moeilik is om die moderne mens se dieet vir verskillende funksies en lewensfases behoorlik te balanseer (Hofmeyer, 1986b). Sommige voorspellings (Hofmeyer, 1986b; Theron, 1986) dui daarop dat totale melkproduksie tot die jaar 2000 te midde van 'n kleinerwordende aantal suiwelprodusente (Roux, 1981), sal moet verdubbel. Vanuit die produsent se oogpunt word die grootste enkele invloed op wins deur melkproduksie per koei uitgeoefen, en 'n hoë melkproduksie word aan 'n doeltreffende voerverbruik gekoppel. Dit is dus 'n gesonde beleid om diere teen potensiële genetiese vermoë te laat produseer, wat 'n vermindering in beide vaste en veranderlike koste impliseer. In die meeste gevalle geskied vergoeding egter op basis van hoeveelheid en kwaliteit van melk. Melk is ook nie uniform

nie en word, meer as enige ander biologiese vloeistof, deur genetiese en omgewingsfaktore beïnvloed (King, 1980). Die groei van die vervaardigingsektor die afgelope dekade, wat voorheen 'n sekondêre rol gespeel het, naamlik om van surplus vloeibare melk ontslae te raak, beklemtoon die belangrikheid van melkkwaliteit (Robertson, 1985). Alle melk word dan ook sedert April 1987 in Suid-Afrika aangekoop op 'n uniforme basis, volgens kg bottervet en proteïen geproduseer. Die manipulasie van melksamestelling kan 'n betekenisvolle invloed op die doeltreffendheid en winsgewendheid van 'n onderneming uitoefen (King, 1980; Marais, 1986).

Volgens Clark & Davis (1983) produseer vele koeie in die V.S.A. tussen 9000 en 14000 kg melk/laktasie. Hierdie hoë produksies toon dat aanmerklike hoër produksievlakke sonder gesondheid- en reproduksieprobleme bereik kan word. Alhoewel daar 'n maksimum perk aan diereproduksie moet bestaan is daardie perk, ten opsigte van melkproduksie, nog nie bereik nie (Bauman et al., 1985). Die dramatiese styging in inset- en lewenskoste dwing melkprodusente ook om hulle netto inkomste met beskikbare genetiese dieremateriaal te verhoog. Die algemene neiging is om melkkuddes te vergroot of om meer kragvoer te voer. Seleksie vir 'n hoë melkproduksie saam met die gepaardgaande noodsaaklikheid aan kragvoer of 'n verhoging in kragvoerkonsentrasie per se het egter juis 'n nadelige invloed op melkkwaliteit (Kaufmann,

1976; Oldham & Sutton, 1979). Touchberry (1974) soos aangehaal deur Oldham & Sutton (1979) het byvoorbeeld hoogs betekenisvolle negatiewe korrelasies tussen melkproduksie en vet- en proteïëinhoud binne kuddes van 'n gegewe ras gevind. Die totale hoeveelheid melk geproduseer, hang hoofsaaklik van die hoof osmoties aktiewe bestanddele, laktose en soute, wat uitgeskei word, af. Proteïen- en vetsintese gaan grootliks onafhanklik voort. Die gevolg is dat die konsentrasie laktose in melk relatief konstant bly terwyl vet- en proteïenkonsentrasie wyd varieer (Oldham & Sutton, 1979). Vet is by verre die grootste bydraende faktor tot variasie in totale vastestowwe (TVS) in melk terwyl die veranderinge in vetvrye vastestowwe (VVS) hoofsaaklik aan proteïëinhoud toegeskryf kan word (Whittemore, 1980). Die variasie in melksamestelling en die faktore daarvoor verantwoordelik skep op sigself ruimte vir verbetering.

5.4.1 Faktore wat melkproduksie en -samestelling beïnvloed

Melkproduksie en -samestelling word breedweg deur genetiese en omgewingsinvloede bepaal. Volgens skattings het genetiese vordering in bydrae van 30% tot die verhoging in melkproduksie oor die afgelope 25 jaar bygedra (Coppock, 1985). In die praktyk bestaan nog leemtes ten opsigte van die toepassing van gevorderde reproduksietegnieke soos

kunsmatige inseminasie en embrio-oorplasing om genetiese verbetering teweeg te bring, maar die suksesvolle aanwending van geselekteerde diere is ook van groot belang (Hofmeyer, 1986a). By die aanwending van geselekteerde diere in Suid-Afrika is die meeste van die huidige probleme (voeding, siektebeheer, ens.) bestuursafhanklik. Die bestuursvermoë van produsente in die R.S.A. staan oor die algemeen onder verdenking (Hermann, 1978; Jordaan & McIntosh, 1979). In die bestuur van melkkoeie behoort voeding 'n sentrale plek te beklee omdat dit die omgewingsfaktor is wat die grootste enkele invloed op melkproduksie en -samestelling uitoefen (Neitz, 1987). Volgens Clark & Davis (1983) is die potensiaal om melkproduksie deur voeding te verbeter in twee gebiede geleë: 1) optimisering van die hoeveelheid en balans van voedingstowwe geabsorbeer vanaf die spysverteringskanaal en 2) die kanalisering van geabsorbeerde voedingstowwe en liggaamsreserwes na melkproduksie. Binne hierdie gebiede val aspekte soos optimisering van doeltreffendheid van fermentasie, fermentasieprodukte en weefselmetabolisme. Baie van die probleme wat produsente ten opsigte van melkkwaliteit ondervind kan verlig word deur aandag aan innamevlakke, voerbestanddele en metode van voer te skenk (Oldham & Sutton, 1979). Melkproduksie- en samestelling is dus 'n funksie van inname-, konsentrasie-, vertering-, en benutting van voedingstowwe.

5.4.1.1 Voeriname

Melkproduksie en die neerlê van liggaamsvet is 'n reaksie op energie-inname (Broster, 1980). Forbes (1986a) het gevind dat indien voeriname by plaasdiere verlaag, die tempo van produksies ook verminder het. Clark & Davis (1983) het tot die gevolgtrekking gekom dat 'n hoë vrywillige inname van 'n gebalanseerde rantsoen 'n voorvereiste vir hoë melkproduksie is (kyk 5.2). Voedingsvlak (inname van energie en proteïen) beïnvloed ook die VVS-inhoud (Knight, 1980) en veral die proteïenkonsentrasie van melk (Whittemore, 1980). Die proteïenkonsentrasie in melk word egter min deur proteïeninname as sulks beïnvloed en word slegs onderdruk indien daar 'n ernstige tekort aan proteïen in die rantsoen is (Oldham & Sutton, 1979). Lae melkproteïenkonsentrasie kon in die meeste gevalle aan 'n lae energie-inname toegeskryf word (Emery, 1978; Clark & Davis, 1983). Aminosure word onder hierdie omstandighede as 'n energiebron aangewend en 'n besparing van glukose word so in die hand gewerk (Knight, 1980). Voeriname beïnvloed nie die laktosekonsentrasie in melk nie (Oldham & Sutton, 1979) terwyl King (1980) ook gevind het dat verhoogde voerinamevlakke as sulks eerder melkproduksie as bottervetkonsentrasie beïnvloed het. In teenstelling hiermee het Oldham & Sutton (1979) en Broster *et al.* (1985) gevind dat hoër voerinamevlakke, by kragvoer konsentrasies van meer as 60%, geneig het om bottervetkonsentrasies in

melk te verminder. Broster (1980) het egter gevind dat bottervetkonsentrasies in melk maksimaal is by kragvoerkonsentrasies van laer as 60% en nie deur voerinname by hierdie kragvoervlakke, beïnvloed is nie.

5.4.1.2 Verteerbaarheid van voer en verteerbare voerinname

Die verteerbare gedeelte van 'n voer verteenwoordig daardie fraksie wat deur die dier geabsorbeer en vir produksie aangewend kan word (McDonald, Edwards & Greenhalgh, 1973). Die variasie in die doeltreffendheid van vertering hou moontlikhede vir 'n hoër melkproduksie in (Broster, 1980; Clark & Davis, 1983). Ten opsigte van die produksiepotensiaal van 'n rantsoen is die inname van verteerbare voedingstowwe egter meer belangrik as bloot die verteerbaarheid van 'n voer (Waldo, 1986).

5.4.1.3 Produksie en benutting van verteringseindprodukte en vetreserwes

Die nie-additiewe effek tussen stysel en ruvoere het die verteerbaarheid en inname van veselryke voere verlaag (Orskov, 1982b; Jarigge, 1986). 'n Verhoging in melkproduksie, wat 'n verhoging in laktose-sintese is, word deur 'n hoër glukose- en dikwels hoër kragvoervlakke voorafgegaan (Davis & Collier, 1985). Dit kan veroorsaak dat daar enersyds nie genoegsaam asynsuur beskikbaar is vir

die produksie van bottervet nie (Jorgensen et al., 1965), of andersyds dat hoë vlakke van propioonsuur, deur middel van hormoonvlakke en -verhoudings in die bloed, voedingstowwe na vet- in plaas van uierweefsel kanaliseer (Oldham & Sutton, 1979; Sutton, 1985; Sutton et al., 1985). Hierdie styging in plasma-insulienvlakke en vetsintese het eerstens 'n laer bottervetkonsentrasie tot gevolg (Orskov, 1975; French & Kennelly, 1985). Die oorsake van 'n lae bottervetkonsentrasie, wat die produsent se grootste probleem ten opsigte van melkkwaliteit is, kan dus oor die algemeen gekoppel word aan 'n verandering in rumenmetabolisme (Minson, 1963; Jorgensen & Schultz, 1965; Balch, 1971; Woodfort et al., 1986). 'n Hoë fraksie kragvoer in die rantsoen is die hoof oorsaak van lae bottervetkonsentrasies, maar 'n te hoë insluiting van ruvoer in rantsoene mag veroorsaak dat koeie onder hul potensiaal (melkproduksie) presteer (King, 1980; Knight, 1980). Piek melkproduksie gaan maksimum voerinnames verskeie weke vooruit. Koeie verkeer gedurende die eerste derde van laktasie in 'n negatiewe energiebalans en word liggaamsweefsel gemobiliseer (Bines & Hart, 1986). Volgens hierdie outeurs kan tot 33% van die melkproduksie gedurende die eerste maand vanaf liggaamsreserwes afkomstig wees.

Davis & Collier (1985) haal werk aan wat toon dat melkproteïenkonsentrasie deur 'n hoër beskikbaarheid van energie verhoog word (kyk ook 5.4.1.1). 'n Meer konstante

besikbaarheid van $\text{NH}_3\text{-N}$ mag ook die doeltreffendheid van mikrobiëse proteïensintese en veselvertering verbeter (kyk 4.2.2 en 4.2.2.2).

Uit voorafgaande besprekings is dit duidelik dat indien frekwente voeding, 'n invloed op inname (5.2.2), verteerbaarheid (4.1.2) en benutting van energie (5.3.3) in die rantsoen uitoefen, melkproduksie en -samestelling dienooreenkomstig beïnvloed sal word.

5.4.2 Die invloed van frekwente kragvoervoeding op produksie

Die gemiddelde daaglikse melkproduksies en -samestelling van die proefkoeie in die huidige studie, word in Tabela 5.8 en 5.9 aangetoon. Die vet gekorrigeerde melkproduksie is bereken volgens die metode van Gaines & Overman (1938) terwyl die formule van Tyrrell & Reid (1965) gebruik is om vastestof gekorrigeerde produksie te bereken. TVS is bepaal deur melkmonsters (5 ml) in 'n Secfroid vriesdroër by -40 tot -50°C , te droog.

5.4.2.1 Melkproduksie

Volgens die gegewens in Tabela 5.8 en 5.9 het geen betekenisvolle verskille in melkproduksie tussen behandelings by die HP- en LP-diere voorgekom nie.

Tabel 5.8 Gemiddelde daaglikse melkproduksie en -samestelling van die hoë produserende koeie gedurende die onderskeie produksieperiodes

Item	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	2/D ¹	4/D ²	8/D ³	SF ⁴	KV% ⁵	2/D	4/D	8/D	SF	KV%	2/D	4/D	8/D	SF	KV%
Melkproduksie															
Melkproduksie (kg)	30.65	31.07	32.45	+1.20	9.34	24.06	25.90	24.51	+0.95	9.30	14.91	15.36	15.85	+0.69	10.97
Vet gekorrigeerde produksie (kg)	25.10	24.91	28.14	+1.05	9.90	21.09	21.64	21.14	+0.47	5.33	14.38	14.90	15.10	+0.71	11.84
Vastestof gekorrigeerde produksie (kg)	27.40	27.79	28.95	+0.97	8.49	22.69	23.86	23.15	+1.23	12.99	14.79	14.68	15.45	+0.80	13.07
Melksamestelling															
Bottervet (%)	2.84 ^{ab}	2.69 ^a	3.17 ^b	+0.08	6.63	3.18	2.89	3.08	+0.12	9.67	3.76	3.77	3.70	+0.06	3.74
Proteien (%)	3.19	3.12	3.17	+0.11	8.56	3.24	3.19	3.21	+0.07	5.03	3.57	3.59	3.48	+0.04	2.71
Laktose (%)	5.03	5.07	5.07	+0.05	2.48	4.86	4.93	4.83	+0.06	3.03	4.34	4.38	4.39	+0.03	1.90
Totale vastestof ⁶ (%)	12.41	12.40	12.39	+0.12	2.39	12.74	12.68	12.82	+0.41	7.92	12.90	12.26	12.79	+0.37	7.14
Vetvrye vastestof (%)	9.57	9.72	9.22	+0.20	5.14	9.56	9.79	9.75	+0.48	12.25	9.14	8.49	9.14	+0.39	10.69

1. Twee keer/dag kragvoer

2. Vier keer/dag kragvoer

3. Agt keer/dag kragvoer

4. Standaardfout van die gemiddelde

5. Koëffisiënt van variasie

6. Bepaal deur vriesdroging

a, b Gemiddeldes in dieselfde reël met verskillende bokstafte verskil betekenisvol ($P \leq 0.05$)

Tabel 5.9 Gemiddelde daaglikse melkproduksie en -samestelling van die laer produserende koeie gedurende die onderskeie produksieperiodes

Item	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	2/D ¹	4/D ²	8/D ³	SF ⁴	KV% ⁵	2/D	4/D	8/D	SF	KV%	2/D	4/D	8/D	SF	KV%
Melkproduksie															
Melkproduksie (kg)	26.39	26.50	26.21	+0.99	9.23	18.07	18.29	18.16	+0.79	10.59	10.48	9.97	10.74	+0.69	16.20
Vet gekorrigeerde produksie (kg)	22.27	21.62	23.81	+0.82	8.86	16.76	16.19	16.96	+0.87	12.91	9.67	9.97	10.00	+0.50	12.59
Vastestof gekorrigeerde produksie (kg)	23.86	23.75	24.57	+0.88	8.92	17.12	16.74	17.51	+0.83	11.88	9.67	9.56	10.27	+0.44	10.87
Melksamestelling															
Bottervet (%)	3.01	2.79	3.39	+0.20	15.95	3.52	3.26	3.54	+0.17	12.11	3.49 ^a	4.00 ^b	3.61 ^{ab}	+0.04	2.76
Proteien (%)	3.21	3.13	3.35	+0.08	6.42	3.28	3.30	3.33	+0.06	4.72	3.48 ^{ab}	3.55 ^a	3.38 ^b	+0.02	1.61
Laktose (%)	5.09	5.13	5.07	+0.05	2.56	4.72	4.72	4.61	+0.04	1.86	4.18	4.26	4.32	+0.03	2.00
Totale vastestof ⁶ (%)	12.38	12.38	12.14	+0.16	3.13	12.76	12.20	12.72	+0.15	2.89	12.16	12.43	12.66	+0.20	3.91
Vetvrye vastestof (%)	9.37 ^b	9.60 ^{ab}	8.75 ^a	+0.18	4.67	9.24 ^b	8.93 ^a	9.19 ^b	+0.04	0.94	8.68	8.43	9.05	+0.17	4.86

1. Twee keer/dag kragvoer
 2. Vier keer/dag kragvoer
 3. Agt keer/dag kragvoer
 4. Standaardfout van die gemiddelde
 5. Koëffisiënt van variasie
 6. Bepaal deur vriesdroging
- a, b Gemiddeldes in dieselfde reël met verskillende bokstafte verskil betekenisvol ($P \leq 0.05$)

Gedurende vroeë laktasie het die HP 4/D- en HP 8/D-diere geneig om meer melk (onderskeidelik 0,42 en 1,80 kg) per dag as die HP 2/D-groepe te lewer (Tabel 5.8). 'n Soortgelyke neiging het by die HP-diere gedurende mid- en laatlaktasie voorgekom. Dit blyk dat die HP 8/D-diere gedurende vroeë en laatlaktasie en die HP 4/D-diere gedurende midlaktasie veral geneig het om meer melk as die ooreenstemmende 2/D-diere te produseer. Die LP-diere het gedurende vroeë, mid- en laatlaktasie gelyke melkproduksies getoon. In teenstelling met die huidige studie (maksimum 57% kragvoer) is betekenisvolle verhogings in melkproduksie met frekwente kragvoervoeding deur Campbell & Merilan (1961) (45 tot 60% kragvoer), Garcia et al. (1980), Kirchgessner et al. (1981) (55 tot 65% kragvoer) en Rees & Rowlinson (1985) (53% kragvoer) gevind. Gibson (1984) het in 'n oorsigartikel 24 gevalle (16 tot 90% kragvoer) aangehaal waar melkproduksie, soos in die huidige studie, nie-betekenisvol weens frekwente voeding gestyg het nie. Die reaksie in melkproduksie op frekwente voeding het vergroot soos kragvoerkonsentrasies in rantsoene gestyg het (Rohr Daenicke, 1973; Johnson, 1980; Sutton et al., 1985). Indien slegs die ruvoerfraksie (Ronning & Dobie, 1967; Johnson, 1980) of volledig vermengde rantsoen ('n vasgestelde ruvoerfraksie) (Stanley & Morita, 1967; Johnson, 1980) frekwent aangebied is, is geen reaksie in melkproduksie waargeneem nie.

Alhoewel die styging in melkproduksie in hierdie studie nie-betekenisvol ($P \leq 0,05$) was nie mag 'n verhoging van een tot twee liter/dag in die kuddegemiddelde 'n noemenswaardige verhoging in melkinkomste teweegbring. Die neiging tot 'n hoër melkproduksie kon deur verskeie faktore teweeggebring word. Maksimum vrywillige droëmateriaalinname by melkkoeie is verkry met rantsoene wat 55 tot 65% kragvoer (DM-basis) bevat het (Clark & Davis, 1983; Coppock, 1985). In die huidige studie is vrywillige droëmateriaalinname deur frekwente kragvoervoeding, by kragvoerkonsentrasies van ongeveer 30 tot 57% nie-betekenisvol verhoog (kyk 5.2). Volgens Johnson (1980) word frekwente voedingsproewe waar hoër melkproduksies verkry is, gewoonlik deur hoër voerinnames gekenmerk. Hierdie hoër voerinnames kon moontlik tot die hoër melkproduksies in die huidige studie bygedra het. Soortgelyke resultate is deur Satter & Baumgardt (1962) en Bragg *et al.* (1985) verkry. In die werk van Campbell & Merilan (1961) was 50% van die hoër VGM-produksie deur stygings in voerinnames veroorsaak. In die huidige ondersoek het die HP 8/D- en HP 4/D- in vroeë- en HP 4/D in mid- en HP 8/D behandelings in laatlaktasie daaglik onderskeidelik 1,78; 1,83; 1,96 en 0,71 kg meer ruvoer (DM) as die ooreenstemmende 2/D-behandelings ingeneem. Dit het gelei tot onderskeidelik 'n 1,87; 1,74; 1,88 en 0,96 kg hoër totale daaglikse voerinnames as die 2/D-behandelings. Hierdie behandelings het dan ook onderskeidelik daaglik 1,80; 0,42; 1,84 en 0,94 kg meer melk as die 2/D-

behandelings geproduseer (Tabel 5.8). By hierdie handelings het die hoër voerinname waarskynlik tot die hoër melkproduksie bygedra. By die laer produseerders het toenames in voerinnames (tot 2,59 kg DM/dag) egter slegs klein reaksies (tot 0,22 kg/dag) in melkproduksie veroorsaak. Dit mag wees dat die genetiese potensiaal van hierdie diere soos in die geval van Rohr & Daenicke (1973) en Linder et al. (1979) 'n perk op verbetering in melkproduksie geplaas het.

'n Neiging tot hoë veselverteerbaarheid (4,65 tot 7,02% - kyk Tabel 4.5) en dus hoër verteerbaarheid van die ander chemiese voercomponente (kyk 4.1.2.3) kon deels tot die hoër melkproduksies met frekwente voeding bygedra het (Sutton et al. 1985). Sutton et al. (1985) het vanuit eie ondersoek en die literatuur gevind dat frekwente voeding tot 5% verhoging in verteerbaarheid (DM, OM en energie) veroorsaak het. Hierdie outeur het teenstrydige resultate met soortgelyke rantsone gevind, maar het tog verklaar dat hierdie voertegniek 'n verhoging in verteerbaarheid by rantsone met minder as 18% ruvesel mag veroorsaak. Frekwente kragvoervoeding het dan ook, soos in die huidige studie, groter reaksies in verteerbaarheid (Campbell & Merilan, 1961; Rohr & Daenicke, 1973; Gill, 1979; Johnson, 1980) en melkproduksie (Burt & Dunton, 1967; Rickaby, 1978; Johnson, 1979; Kaufmann et al., 1980) by hoë (groter kragvoerkonsentrasies) as laer produseerders

veroorzaak. Dit en die feit dat die HP-diere gedurende midlaktasie (40% kragvoer) 'n groter reaksie in melkproduksie as die LP-diere gedurende vroeë laktasie (50,6% kragvoer) getoon het, dui weereens aan dat genetiese potensiaal ook 'n rol kon speel. Die hoë produseerders wat die grootste (nie-betekenisvolle) toename in melkproduksie getoon het (HP 8/D vroeë laktasie; HP 4/D midlaktasie; HP 8/D laatlaktasie), het ook die grootste toename in daaglikse verteerbare voerinnome (onderskeidelik 1,80; 1,84 en 1,15 kg DM/dag - Tabel 5.6) getoon. Volgens Gibson (1984) kon baie gevalle van verhoogde melkproduksie met frekwente voeding deur verhoogde beskikbare energie (waarvan baie volgens 4.1.2.3 vanaf vesel afkomstig was) verklaar word.

In die gevalle van die HP 4/D- en 8/D-diere in vroeë laktasie het die neiging tot relatiewe hoër melkproduksies as die ooreenstemmende 2/D-diere (Tabel 5.8), met 'n neiging tot laer gemiddelde propioonsuur- en totale VVS-konsentrasies (Tabel 4.7) gepaard gegaan. Daarenteen het LP-diere wel gedurende vroeë- en midlaktasie 'n nie-betekenisvolle toename in gemiddelde propioonsuur en totale VVS-konsentrasie (Tabel 4.8) getoon, maar dit het geen ooreenstemmende reaksie in melkproduksie (Tabel 5.9) veroorsaak nie. Met die uitsondering van die LP 8/D-diere in vroeë laktasie is hierdie verhoogde vetsuurproduksies ook nie in die lewende massas van die proefdiere weerspieël nie (Tabel 5.7).

Die HP 8/D-diere in vroeë laktasie, met 'n styging van 1,80 kg/dag in melkproduksie, het geen toename in die genoemde rumenparameters, getoon nie. Hierdie behandeling het egter 'n groter verlies aan liggaamsmassa (Tabel 5.7) as die 2/D-behandeling getoon. 'n Hoër massaverlies kon, in hierdie geval, deur 'n groter beskikbaarheid van vetsure en glukose aan die uierweefsel bygedra het tot die nie-betekenisvolle hoër daaglikse melkproduksie. Geen duidelike verband tussen vetsuurproduksie verandering in liggaamsmassa en melkproduksie kon egter in hierdie huidige studie waargeneem word nie. In sommige gevalle het 'n neiging tot hoër massaverliese gedurende vroeë laktasie of laer massatoenames gedurende latere laktasiestadia by frekvent gevoerde diere nie met 'n neiging tot hoër melkproduksies (LP 4/D vroeë laktasie; LP 4/D en LP 8/D midlaktasie; HP 4/D en LP 8/D laatlaktasie) gepaard gegaan nie. Jorgensen et al. (1985) en Broster (1980) het gevind dat glukose en vetsure eers in rantsoene wat 70 tot 75% kragvoer bevat het, in die rigting van liggaams- in plaas van uierweefsel gekanaliseer word. Bykomstig hiertoe het Sutton et al. (1985) gevind dat hierdie proses slegs by rantsoene wat 80 tot 90% kragvoer bevat deur frekwente voeding (met in hierdie geval 'n vasgestelde hoeveelheid ruvoer) omgekeer word. In die lig van bogenoemde mag die relatief laer kragvoerkonsentrasies in die huidige studie (maksimum 57%) moontlik 'n verklaring

bied vir die feit dat slegs neigings tot 'n veranderde energiebenutting in sommige gevalle voorgekom het.

Tempo van voorsiening van voedingstowwe aan die uierweefsel word bepaal deur onder andere die tempo van bloedvloei in uierweefsel en konsentrasie van voedingstowwe in bloed (Davis & Collier, 1985). Die konsentrasie van sekere voedingstowwe (byvoorbeeld asetaat, Palmquist *et al.*, 1964) is kritiek en kan daagliks gedurende sekere tye 'n beperking op die tempo van melksintese plaas (Thomas & Kelly, 1976). 'n Beperking op beskikbare voedingstowwe kan veroorsaak dat die aantal sekreterende selle en hulle aktiwiteit afneem (Whittemore, 1980). 'n Egalige verskaffing van voedingstowwe aan die uier soos met frekwente kragvoervoeding mag hierdie probleem tot 'n mate verlig (Thomas & Kelly, 1976). Daar is egter ook aanduidings dat die vervoer van glukose vanaf bloed oor selmembrane in die uierweefsel, wat onder hormonale beheer staan, tempo van melkproduksie mag beperk (Davis & Collier, 1985). Indien melkkoeie wat frekwent kragvoer ontvang, slegs tweekeer per dag gemelk word, mag verhoogde produksie wat met hierdie voertegniek gepaard gaan beperk word omdat die vervoer van glukose steeds beperkend is (Thomas & Kelly, 1976; Forbes, 1986a). Omdat die afname in bottervetkonsentrasie met hoër melkproduksies volgens King (1980) grootliks as gevolg van druk op melkkliersakkies is, kan frekwente melkwinning hierdie probleem en moontlik ook die vervoer van glukose oor uiermembrane ondervang. In

hierdie verband het Meinhold, Rosegger, Schlünsen & Walter (1979) aangetoon dat koeie wat 5000 tot 6300 kg melk per laktasie (16,7 tot 21 kg/dag) gelewer het, produksiestygings van 13 tot 22% getoon het indien frekwente voeding en frekwente melkwinning toegepas is.

5.4.2.2 Melksamestelling en gekorrigeerde produksies

By die HP-diere (Tabel 5.8) het geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verskil in melksamestelling en gekorrigeerde melkproduksies tussen konvensioneel- en frekvent gevoerde diere voorgekom nie. By die laer produserende groepe (Tabel 5.9) is 'n betekenisvolle ($P \leq 0,05$) hoër syfer by die frekvent gevoerde diere in vergelyking met die 2/D-behandelings slegs in een geval, naamlik bottervetkonsentrasie in laatlaktasie, waargeneem. Gedurende vroeë laktasie het die HP 8/D-diere 'n relatief hoër (betekenisvol in vergelyking met die HP 4/D-diere) bottervetkonsentrasie as die ander twee handelings getoon. Dit het tot 'n nie-betekenisvolle hoër (3,04 kg/dag) VGM-produksie by hierdie behandeling in vergelyking met die HP 2/D-diere gelei. Dieselfde tendense (maar in 'n mindere mate ten opsigte van verbetering in VGM-produksie bo die 2/D-diere - 1,54 kg/dag) het by die LP 8/D-diere gedurende vroeë laktasie voorgekom. Frekwente kragvoervoeding het by beide produksiegroepe gedurende midlaktasie geen noemenswaardige voordeel bo tweekeer/dag kragvoervoeding in bottervetkonsentrasie of VGM-

produksie gelewer nie. Gedurende laatlaktasie is gelyke bottervetkonsentrasies by alle HP-diere gevind en 'n soortgelyke stygende tendens as by melkproduksie is met frekwente voeding ten opsigte van VGM-produksie gevind. Gedurende laatlaktasie het die LP 4/D-diere 'n betekenisvolle ($P \leq 0,05$) hoër bottervetkonsentrasie as die LP 2/D-diere getoon, maar hierdie voordeel het weens 'n laer melkproduksie slegs 'n geringe verhoging in VGM-produksie veroorsaak.

Konvensionele kragvoervoeding (twee keer oor 'n 24-uur periode) het bottervetkonsentrasies betekenisvol verlaag indien rantsoene 60% of meer kragvoer bevat het (kyk ook 4.1.2.3) (Broster, 1980; Marais, 1986). Die meeste outeurs (Campbell & Merilan, 1961; French & Kennelly, 1985; Sutton *et al.*, 1985) het met frekwente voeding by hierdie kragvoerkonsentrasies betekenisvolle verhogings in bottervetkonsentrasies bo die van konvensionele voeding gevind. Die reaksie in bottervet het ook vergroot hoe verder kragvoerkonsentrasie bokant 60% gestyg het. In ooreenstemming met die bevindinge van die huidige studie haal Gibson (1984) verskeie studies aan waar frekwente voeding by laer kragvoerkonsentrasies ($\leq 60\%$) slegs neigings tot 'n hoër of geen reaksie in bottervetkonsentrasie veroorsaak het nie.

Volgens Oldham & Sutton (1979) het bottervetkonsentrasie, selfs by rantsoene waar groot hoeveelhede stysel onverteerd na die laer spysverteringskanaal deurbeweeg het, die As/Ps verhouding in die rumen gereflekteer. Die produksie van asyn- en propioonsuur (Tabelle 4.7 en 4.8) het in die huidige ondersoek en die van Gill & Castle (1983) nie statisties betekenisvol met frekwente voeding, gestyg nie. Van die drie behandelings (HP 8/D en LP 8D vroeë laktasie en LP 4/D laatlaktasie) wat neigings tot verhoogde bottervetkonsentrasies getoon het, het slegs die LP 8/D-diere gedurende vroeë laktasie 'n ooreenstemmende neiging tot verhoogde asynsuurproduksie getoon. Laasgenoemde twee behandelings het eweneens 'n neiging tot verhoogde molare % van asyn- en propioonsuur en 'n verhoogde As/Ps verhouding getoon. Dit kon in hierdie gevalle tot die neiging van 'n verhoogde bottervetkonsentrasie bygedra het. Die feit dat beide asyn- en propioonsuurproduksie oor die algemeen met frekwente voeding in die huidige studie verhoog het, het tot gevolg gehad dat die As/Ps verhoudings en dus bottervetinhoud nie-betekenisvol ($P \leq 0,05$) beïnvloed is nie.

Oldham & Sutton (1979) wys daarop dat indien die As/Ps verhouding onder 3,5 tot 1 daal, die bottervetkonsentrasie 'n ooreenstemmende daling toon. Volgens Rohr & Daenicke (1973), Knight (1980) en Marais (1986) moet die As/Ps verhouding tussen 2,5 en 3 tot 1 wees vir optimum

bottervetsintese. Indien hierdie verhouding onder 2,5 tot 1 daal, word 'n bottervetkonsentrasie van minder as 3,5% verkry (Woodford et al., 1986). In die huidige studie was die As/Ps verhoudings oorwegend gedurende vroeë laktasie by beide produserende groepe laer as 2,5 tot 1 (Tabelle 4.7 en 4.8). Die bottervetkonsentrasies gedurende hierdie periode het dan ook, soos verwag, tussen 2,69 en 3,39% gevarieer. Rohr & Daenicke (1973) het ten opsigte hiervan gevind dat frekwente kragvoervoeding geen verhoging in die As/Ps verhoudings teweegbring, indien dit tussen 2 en 2,5 tot 1 geleë is nie.

Die HP 8/D-diere het geen neiging tot 'n verbetering in bottervet-gekoppelde rumenparameters (asynsuurproduksie) in vergelyking met die 2/D-diere getoon nie. Frekwente voeding het in hierdie geval egter 'n neiging tot 'n hoër verlies aan liggaamsreserwes (Tabel 5.7) teweeggebring wat moontlik tot die geringe hoër bottervetsintese kon bygedra het. 'n Geringer toename in liggaamsmasse kon dieselfde effek by die LP 4/D-diere gedurende laatlaktasie uitgeoefen het.

In die huidige ondersoek kon die hoë peil van voerinname (gemiddeld 3,9% van liggaamsmassa) volgens Johnson (1980) en Barrio et al. (1986) waarskynlik aanleiding tot die relatief lae gemiddelde rumen-pH's gegee het (kyk 4.2.1.1). Die lae rumen-pH's kan volgens Kaufmann et al. (1980) aan lae bottervetkonsentrasies in melk gekoppel word. Relatief lae

bottervetkonsentrasies is dan ook in die huidige studie by die HP-diere gedurende vroeë en midlaktasie (Tabel 5.8) en die LP-diere gedurende vroeë laktasie (Tabel 5.9) gevind. In teenstelling met die bevinding van Broster (1980) (kyk 5.4.1.1) blyk dit dus dat hoë voerinnames ten spyte van relatief lae kragvoerkonsentrasies (gemiddeld 54,5% by die HP-diere gedurende vroeë laktasie) bottervetkonsentrasies in melk kan verlaag. Hierdie aspek regverdig verdere ondersoek.

Frekwente- in plaas van tweekeer daaglikse kragvoervoeding het geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) invloed op proteïen- of laktosekonsentrasies by beide produksiegroepe (Tabelle 5.8 en 5.9) tot gevolg gehad nie. Gedurende laatlaktasie het die LP 4/D-diere slegs 'n statisties betekenisvol ($P \leq 0,05$) hoër proteïenkonsentrasie as die LP 8/D-diere gelewer. Johnson (1979), Gill & Castle (1983), Gibson (1984) en Sutton *et al.* (1985) het, in ooreenstemming met die huidige studie, geen reaksie in melkproteïenkonsentrasie weens frekwente voeding gevind nie. Volgens Kaufmann (1976), Oldham & Sutton (1979) en Davis en Collier (1985) het 'n verhoogde beskikbaarheid van energie proteïenkonsentrasie van melk verhoog. Die geringe hoër verteerbare energie-innames (Tabel 5.6) by die HP-diere in die huidige studie het geen soortgelyke uitwerking gehad nie. Verder word die resultate van die huidige studie deur gegewens in die literatuur bevestig, naamlik dat frekwente kragvoervoeding

geen uitwerking op laktosekonsentrasie van melk uitoefenie. In ooreenstemming met proteïen- en laktosekonsentrasies het hierdie voertegniek ook nie 'n betekenisvolle ($P \leq 0,05$) uitwerking op die VVS-inhoud van melk gehad nie.

By die HP-diere (Tabel 5.8) is geen voordeel in TVS-konsentrasie met frekwente kragvoervoeding in vergelyking met 2/D-diere gevind nie. Eweneens het geen betekenisvolle verskille in hierdie parameter by die laer produseerders (Tabel 5.9) voorgekom nie. 'n Neiging tot hoër TVS-konsentrasies het by die LP 4/D- en 8/D-diere (in vergelyking met die 2/D-diere - onderskeidelik 0,27 en 0,50 persentasie eenhede meer) gedurende laatlaktasie voorgekom. Hierdie geringe verskille kan aan die ooreenstemmende hoër melkcomponentinhoud (bottervet, proteïen) toegeskryf word. Frekwente kragvoervoeding (beide produksiegroepe) het ook geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) voordeel bo die kontrolegroepe in vastestof gekorrigeerde melkproduksie gelewer nie. By die HP 8/D-diere gedurende vroeë laktasie en die HP 4/D-diere gedurende midlaktasie is onderskeidelik 1,55 en 1,17 kg meer vastestof gekorrigeerde melk per dag as by die ooreenstemmende HP 2/D-diere gevind. Gedurende vroeë laktasie het die LP 8/D-groep ook 'n voordeel van 0,71 kg/dag bo die LP 2/D-diere gelewer. Hierdie geringe hoër waardes kan aan die nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) hoër melkproduksies en/of bottervetkonsentrasies toegeskryf word.

Samevattend kan gesê word dat nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verskille in melkproduksie gedurende hierdie studie (met 'n maksimum van 57% kragvoer in rantsoene) tussen frekwent- en konvensioneel gevoerde diere gevind is. Die nie-betekenisvolle verskille wat ook in gekorrigeerde (TVS en bottervet) melkproduksies gevind is, is 'n aanduiding dat frekwente kragvoervoeding oor die algemeen min invloed op melksamestelling by hierdie kragvoerkonsentrasies uitgeoefen het. Slegs enkele betekenisvolle verskille in melksamestelling tussen behandelings is dan ook in die huidige studie gevind.

5.5 PRODUKSIE VAN MELKKOMPONENTE

In teenstelling met bottervetkonsentrasie daal bottervetproduksie nie noodwendig met 'n toename in kragvoerkonsentrasie nie (Broster, 1980). Tewens bottervetproduksie styg met 'n toename in voerinname (Thomas & Kelly, 1976) en verhoogde melkproduksie (Oldham & Sutton, 1979). Maksimum bottervetproduksies word bereik met 60% kragvoerrantsoene (Broster *et al.*, 1985) en hierdie melkkomponent toon eers ernstige produksiedalings by hoë kragvoerkonsentrasies (vanaf 75%) of waar skerp afnames in bottervetkonsentrasies voorkom. Verhoogde melkproduksie gaan met geringe afnames in proteïenkonsentrasie gepaard

sodat proteïenproduksie normaalweg ook saam met melkproduksie toeneem (Oldham & Sutton, 1979). Proteïenkonsentrasie en dus -produksie by 'n sekere vlak van melkproduksie word veral deur energie-inname beïnvloed (kyk 5.4.1.1). 'n Algemene gevolg van frekwente kragvoervoeding is 'n verhoogde voerinnome (energie-inname) (Johnson, 1980; Gill & Castle, 1983; Gibson, 1984). In die huidige studie het verhoogde ruvoerinnames 'n groot bydrae tot hierdie tendens van hoër totale voerinnome gelewer. Hierdie voertegniek behoort dus 'n invloed op die produksie van die belangrikste melkkomponente (bottervet en proteïen) uit te oefen.

Die daaglikse produksie van melkkomponente van beide produksiegroepe word in Tabel 5.10 aangegee. Slegs een betekenisvolle verskil (bottervetproduksies) het tussen konvensioneel- en frekwent gevoerde (HP 8/D vroeë laktasie) diere voorgekom. 'n Neiging tot verhoogde bottervetproduksie het egter in sommige gevalle met frekwente voeding voorgekom (hoofsaaklik by HP- en LP 8/D-behandelings). Gibson (1984) het, in sy oorsigartikel, ook gevind dat alhoewel bottervet die melkkomponent is wat die grootste produksiereaksie op frekwente voeding getoon het, slegs neigings tot hoër bottervetproduksie met frekwente voeding gepaard gegaan het. Sutton et al. (1985) het gevind dat bottervetproduksie betekenisvol met frekwente voeding verhoog indien rantsoene 60% of meer kragvoer bevat het.

Tabel 5.10 Daaglikse produksie van melkkomponente van die twee produksiegroepe gedurende die onderskeie produksieperiodes

Item	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	HP2/D ¹	HP4/D ²	HP8/D ³	SF	KV%	HP2/D	HP4/D	HP8/D	SF	KV%	HP2/D	HP4/D	HP8/D	SF	KV%
Bottervet (g)	870.46 ^b	835.78 ^b	1028.67 ^a	+27.92	7.51	765.11	748.51	754.91	+14.72	4.77	560.61	579.07	586.45	+30.13	12.83
Proteïen (g)	977.74	969.38	1024.40	+52.43	12.95	779.54	826.21	786.77	+37.36	11.49	532.29	551.42	551.58	+22.93	10.30
Laktose (g)	1541.70	1575.25	1645.22	+61.49	9.49	1169.32	1276.87	1183.83	+57.92	11.74	647.09	672.77	695.82	+35.11	12.80
Totale vastestof (g)	3803.67	3852.68	4020.86	+142.78	8.99	3065.24	3142.18	3142.18	+192.81	15.15	1923.39	1883.14	2027.22	+108.22	13.63
Vetvrye vastestof (g)	2933.21	3020.00	2991.89	+128.38	10.54	2300.14	2535.61	2389.73	+194.77	19.81	1362.77	1304.06	1448.69	+88.93	15.88
	LP2/D ⁴	LP4/D ⁵	LP8/D ⁶	SF ⁷	KV% ⁸	LP2/D	LP4/D	LP8/D	SF	KV%	LP2/D	LP4/D	LP8/D	SF	KV%
Bottervet (g)	794.34	739.35	888.52	+46.65	14.15	636.06	596.25	642.86	+43.23	16.93	365.75	398.80	387.71	+17.14	10.75
Proteïen (g)	847.19	829.45	878.04	+28.21	8.11	592.70	603.57	604.73	+31.60	12.92	364.70	353.94	363.01	+21.91	14.88
Laktose (g)	1343.25	1359.45	1328.85	+57.13	10.41	852.90	863.29	837.18	+46.21	13.30	438.06	424.72	463.97	+35.69	19.76
Totale vastestof (g)	3267.08	3280.70	3181.89	+141.00	10.65	2305.73	2231.38	2309.95	+142.42	11.11	1274.37	1239.27	1359.68	+61.67	11.70
Vetvrye vastestof (g)	2472.74	2544.00	2293.38	+144.35	14.52	1669.67	1633.30	1668.90	+78.87	11.66	909.66	840.47	971.97	+47.79	12.90

1. Hoë produseerders twee keer/dag kragvoer
 2. Hoë produseerders vier keer/dag kragvoer
 3. Hoë produseerders agt keer/dag kragvoer
 4. Laer produseerders twee keer/dag kragvoer
 5. Laer produseerders vier keer/dag kragvoer
 6. Laer produseerders agt keer/dag kragvoer
 7. Standaardfout van die gemiddelde
 8. Koeffisiënt van variasie
- a, b Gemiddeldes in dieselfde ry, met verskillende boskrifte, verskil betekenisvol ($P \leq 0.05$)

Volgens hierdie norm kan betekenisvolle produksiestygings in bottervet weens frekwente kragvoervoeding nie in die huidige studie (maksimum 57% kragvoer) verwag word nie.

Frekwente in vergelyking met tweekeer daaglikse kragvoervoeding het oor die algemeen 'n geringe ($P \geq 0,05$) styging in proteïenproduksie tot gevolg gehad (Tabel 5.10). Dit is in ooreenstemming met die bevindings van Gibson (1984) en Sutton *et al.* (1985). 'n Soortgelyke resultaat as proteïenproduksie is in die huidige studie ten opsigte van laktose gevind. Frekwente kragvoervoeding het ook TVS- en VVS-produksies nie noemenswaardig beïnvloed nie. Campbell & Merilan (1961) met ongeveer 57% kragvoer in die kontrolerantsoen, het in teenstelling met die huidige studie, 'n 12,23% verhoging in TVS-produksie gevind indien voer vier of sewe keer in plaas van tweekeer daaglik aangebied is. Hierdie outeurs het die verhoging aan 'n hoër melkproduksie toegeskryf. In die huidige ondersoek het frekwente kragvoervoeding melkproduksie en bottervetinhoud min beïnvloed.

5.6 DOELTREFFENDHEID VAN MELKPRODUKSIE

Vanuit 'n voedselvoorsienings- en ekonomiese oogpunt is dit van kardinale belang dat elke produsent moet streef na maksimum doeltreffendheid in voeromsetting.

Doeltreffendheid is ook by intensiewe boerderyvertakkings (byvoorbeeld melkproduksie) van groter belang omdat vaste- en veranderlike koste relatief hoër is in hierdie tipe produksiestelsels (Van der Merwe, 1977).

Eksperimentele getuienis en opnames in die praktyk het aangetoon dat vlak van melkproduksie en produksiedoeltreffendheid positief gekorreleerd is (Van der Merwe, 1977; Bath, 1985). 'n Verhoogde voerinnome en -verteerbaarheid, 'n verlaging in onderhoudsbehoefte, doeltreffender benutting van ME vir produksie, en veranderings in die kanalisering van energie (na melk- in stede van vetsintese) kan tot 'n verbeterde voerdoeltreffendheid bydra (Orskov, 1975; Oldham & Sutton, 1979; Moe, 1982; Baumann et al., 1985; Waldo, 1986). Koeie met 'n lae en hoë produksiepotensiaal verskil egter min in onderhoudsbehoefte en die doeltreffendheid waarmee ME omgesit word in melk (die biosintese van die onderskeie melkkomponente vanaf spesifieke voedingstowwe) (Baumann et al., 1985). Ten opsigte van 'n verbetering in produksiedoeltreffendheid hou die manipulasie van voerinnome, voervertering en die kanalisering van energie na melkproduksie, deur voeding en bestuur, belofte in (Clark & Davis, 1983; Bath, 1985; Baumann et al., 1985). In hierdie verband het Baumann et al. (1985) verklaar dat die kanalisering van energie (na produksie van vetweefsel of

melk) van groter belang is as die doeltreffendheid waarmee prosesse in die spysverteringskanaal plaasvind.

Met frekwente voeding word doeltreffender melkproduksie weens 'n meer konstante beskikbaarheid van ME asook voorlopers van die onderskeie melkkomponente (Palmquist et al., 1964; Thomas & Kelly, 1976) en 'n doeltreffender vertering in die rumen (Robinson & Sniffen, 1985) verwag. Onder hierdie omstandighede is die moontlikheid dat die metaboliese vermoë van die melkkoei oorskry word ook kleiner (Jensen & Wolstrup, 1977; Rees & Rowlinson, 1985). Frekwente voeding mag ook deur 'n hoër voerinamevlak (kyk 5.2) en die kanalisering van voerenergie na melkproduksie in stede van weefselneerlegging (Sutton et al., 1985) 'n verhoogde doeltreffendheid van melkproduksie (voerbenutting) tot gevolg hê.

Die doeltreffendheid van gebruik van ME vir melkproduksie en ander doeltreffendheidsmaatstawwe ten opsigte van melkproduksie by die verskillende produksiegroepe word in Tabelle 5.11 en 5.12 weergegee. Die doeltreffendheid van ME-benutting vir melkproduksie is bereken volgens die voorskrifte van ARC (1984). ME benodig vir minimum metabolisme is bereken deur die ME benodig vir vasmetabolisme en "staan en stap" (volgens ARG, 1984) bymekaar te tel. By berekening hiervan is die doeltreffendheid van gebruik van ME vir onderhoud (km) ook

Tabel 5.11 Doeltreffendheid van voer- en energiebenutting by die hoë produserende diere gedurende die onderskeie produksieperiodes

Item	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	2/D ¹	4/D ²	8/D ³	SF ⁴	KV% ⁵	2/D	4/D	8/D	SF	KV%	2/D	4/D	8/D	SF	KV%
Metaboliese energie-inname/dag (MJ)	186.10	199.75	207.61	+7.31	9.06	212.38	236.69	215.66	+14.42	15.94	213.93	214.10	228.54	+5.26	5.89
Metaboliese energie benodig vir minimum metabolisme ⁶ (MJ/dag)	35.27	35.16	35.18	+0.20	1.42	36.32	36.35	36.50	+0.15	1.01	37.48	37.42	37.56	+0.16	1.06
Doeltreffendheid van metaboliese energie-benutting vir onderhoud ⁷	0.6963	0.6960	0.7032	+0.004	1.39	0.6976	0.7066	0.7009	+0.005	1.54	0.7023	0.7109	0.7087	+0.003	1.12
Metaboliese energie, onderhoudsbehoefte (MJ/dag)	50.65	50.53	50.02	+0.49	2.40	52.05	51.43	52.08	+0.25	1.17	53.37	52.63	52.97	+0.39	1.79
Metaboliese energie beskikbaar vir melkproduksie (MJ/dag)	135.45	149.23	157.59	+7.01	11.68	160.33	185.27	163.58	+14.53	20.98	160.56	161.48	175.57	+5.30	7.83
Energieretensie (verandering in massa in ag geneem) (MJ/dag)	93.32	106.09	77.03	+16.48	43.82	86.82	95.77	90.53	+9.74	26.21	77.87	56.01	54.99	+11.51	44.77
Metaboliese energie-opbrengs uit melk ^{8,9} (MJ/dag)	85.97	87.18	90.83	+3.05	8.49	71.18	74.86	72.62	+3.86	12.99	46.41	46.04	48.46	+2.51	13.08
Doeltreffendheid van metaboliese energie-benutting vir melkproduksie	72.45	71.06	49.51	+12.46	47.43	57.09	53.43	56.46	+11.90	52.35	52.05	26.13	32.14	+5.84	38.90
Kg vet gekorrigeerde melk/kg droëmateriaalinname (kg/dag)	1.30	1.18	1.34	+0.07	13.30	0.95	0.89	0.94	+0.05	13.54	0.65	0.68	0.67	+0.03	10.82
Kg vet gekorrigeerde melk/kg verteerbare organiese materiaalname (kg/dag)	2.16	1.94	2.15	+0.11	13.23	1.55	1.40	1.51	+0.11	18.24	1.06	1.06	1.04	+0.06	13.01

1. Twee keer kragvoeding per dag
2. Vier keer kragvoeding per dag
3. Agt keer kragvoeding per dag
4. Standaardfout van die gemiddelde
5. Koëffisiënt van variasie
6. Energie benodig vir vasmetabolisme asook staan en stap
7. Doeltreffendheid van ME-benutting vir onderhoud ('n aanpassing ten opsigte van energiekonsentrasie word hier gemaak)
8. Doeltreffendheid van ME vir melkproduksie (Doeltreffendheid bereken nadat ME beskikbaar vir melkproduksie aangepas is vir verandering in liggaamsmassa en voedingsvlak)
9. Bereken volgens ARC, (1984)

Tabel 5.12 Doeltreffendheid van voer- en energiebenutting by die laer producerende diere gedurende die onderskeie produksieperiodes

Item (2000 vorige tabel)	Vroeë laktasie					Midlaktasie					Laatlaktasie				
	2/D ¹	4/D ²	8/D ³	SF ⁴	KVZ ⁵	2/D	4/D	8/D	SF	KVZ	2/D	4/D	8/D	SF	KVZ
Metaboliese energie-inname/dag (MJ)	187.42	179.36	192.38	+7.99	10.50	201.77	196.79	223.92	+9.10	10.74	192.99	180.93	187.03	+8.91	11.67
Metaboliese energie benodig vir minimum metabolisme ⁶ (MJ/dag)	35.44	35.41	35.39	+0.24	1.64	35.66	35.70	36.16	+0.20	1.33	36.61	36.58	36.72	+0.20	1.25
Doeltreffendheid van metaboliese energie-benutting vir onderhoud ⁷	0.7007	0.7037	0.7035	+0.006	1.98	0.7157	0.6980	0.7109	+0.007	2.48	0.7107	0.6924	0.7050	+0.007	2.33
Metaboliese energie, onderhoudsbehoefte (MJ/dag)	50.58	50.36	50.32	+0.44	2.14	49.91	51.15	50.86	+0.60	2.89	51.50	52.78	52.07	+0.66	3.12
Metaboliese energie beskikbaar vir melkproduksie (MJ/dag)	136.83	129.04	142.07	+8.33	15.00	151.87	145.65	173.05	+9.41	14.70	141.49	128.15	134.96	+9.23	16.76
Energieretensie (verandering in massa in ag geneem) (MJ/dag)	84.67 ^a	66.38 ^a	105.42 ^b	+7.17	20.56	75.88	58.85	63.34	+13.57	50.34	52.03	42.90	45.45	+13.39	70.21
Metaboliese energie-opbrengs uit melk ^{8,9} (MJ/dag)	74.87	74.53	77.08	+2.75	8.92	53.71	52.53	54.94	+2.61	11.88	30.32	29.98	32.22	+1.37	10.88
Doeltreffendheid van metaboliese energie-benutting vir melkproduksie	63.07	56.15	66.76	+11.43	45.14	39.48	42.53	37.33	+8.80	54.18	39.84	33.71	38.45	+10.22	67.02
Kg vet gekorrigeerde melk/kg droëmateriaalinname (kg/dag)	1.61	1.21	1.25	+0.05	9.41	0.84	0.77	0.76	+0.04	12.54	0.50	0.49	0.51	+0.02	8.68
Kg vet gekorrigeerde melk/kg verteerbare organiese materiaalname (kg/dag)	1.75	1.91	2.07	+0.14	17.78	1.26	1.26	1.15	+0.08	15.28	0.77	0.83	0.84	+0.03	8.45

1. Twee keer kragvoeding per dag
 2. Vier keer kragvoeding per dag
 3. Agt keer kragvoeding per dag
 4. Standaardfout van die gemiddelde
 5. Koëffisiënt van variasie
 6. Energie benodig vir vasmetabolisme asook staan en stap
 7. Doeltreffendheid van ME-benutting vir onderhoud ('n aanpassing ten opsigte van energiekonsentrasie word hier gemaak)
 8. Doeltreffendheid van ME vir melkproduksie (Doeltreffendheid bereken nadat ME beskikbaar vir melkproduksie aangepas is vir verandering in liggaamsmassa en voedingsvlak)
 9. Bereken volgens ARC, (1984)
- a, b Gemiddeldes in dieselfde reël met verskillende boskryfte verskil betekenisvol ($P \leq 0.05$)

in ag geneem. Die volgende regressievergelykings is gebruik om die ME-behoefte ten opsigte van bogenoemde faktore te bereken:

ME-behoefte vir vasmetabolisme (F)

$$F = 0,53 (W/1,08)^{0,65}$$

waar W lewende massa is.

ME-behoefte benodig vir "staan en stap" (S)

$$S = 0,0043W$$

ME-behoefte vir minimum metabolisme (Z)

$$Z = (F + S)$$

ME-behoefte vir onderhoud (O)

$$O = Z/km$$

waar km doeltreffendheid van verbruik van ME vir onderhoud is

$$km = 0,35q + 0,503$$

waar q die metabolilseerbaarheid (ME-inhoud/BE-inhoud van die rantsoen in gebruik is.

Die verskil tussen ME-inname en ME-behoefte vir onderhoud verskaf die ME-beskikbaar vir melkproduksie. Omdat metaboliseerbaarheid van 'n rantsoen egter afneem soos voedingsvlak styg is die ME beskikbaar vir melkproduksie verminder deur van die volgende korreksiefaktor gebruik te maak.

Korreksiefaktor vir voedingsvlak: $1 + 0,018 (L-1)$

waar L ME-inname/ME-behoefte vir onderhoud, is.

Energie-retensie (ME in melk) is in die huidige studie bereken volgens die metode van Tyrrell & Reid (1965). Energie-retensie is verminder met 10,29 MJ/dag vir elke 0,5 kg liggaansmassaverlies en vermeerder met 13,68 MJ/dag vir elke 0,5 kg massatoename. (By die neerlê van liggaansmassa word aanvaar dat die proses net so doeltreffend soos melkproduksie geskied - ARC, 1984). Deur die aangepaste energie-retensie deur ME beskikbaar vir melkproduksie, by 'n sekere voedingsvlak, te deel is die doeltreffendheid van ME-benutting vir melkproduksie bereken.

Geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verskille in die doeltreffendheid van aanwending van ME vir melkproduksie (k_1), VGM-produksie/kg DMI en VGM produksie/kg VOMI het tussen behandelings voorgekom nie. Dit is in teenstelling met die neigings tot hoër voerinnam (HP en LP - Tabela 5.4 en 5.5) en voerverteerbaarheid wat by frekvent gevoerde diere waargeneem is. In die geval van die HP-diere gedurende laatlaktasie het 'n opmerklike alhoewel nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) afname in doeltreffendheid van ME-benutting vir melkproduksie met frekwente voeding voorgekom. In die verband moet op die relatief hoë koëffisiënte van variasie (38,90 tot 67,02%) by hierdie parameter gelet word.

Oor die algemeen is gelyke en in sekere gevalle 'n geringe swakker voeromsettingsdoeltreffendheid (kg VGM/kg DMI of VOMI) met frekwente kragvoervoeding in die huidige studie gevind. Sutton et al. (1985) het in 'n reeks proewe gevind dat frekwente kragvoervoeding, by kragvoerkonsentrasies van 60% of hoër, die uitset van energie in melk verhoog het. Tewens, die totale energie-uitset in produkte (melk en liggaamsweefsel) het, in die huidige studie met gelyke voerinnames, asook in bogenoemde studie verhoog. Dit het volgens Sutton et al. (1985), op 'n doeltreffender voervertering en in teenstelling met die huidige studie moontlik op 'n doeltreffender omsetting van VE na NE, gedui. 'n Verhoogde doeltreffendheid van energie-omset met frekwente voeding word deur werk wat Kirchgessner et al. (1980) in respirasiekamers uitgevoer het, bevestig. Die daaglikse patroon van kragvoervoeding (en nie veranderings in verteringseindprodukte nie - Orskov, 1975) mag dus tot laer energieverliese (hitteverliese) by fermentasie- en produksinteseprosesse lei. Volgens die beredenering van Sutton et al. (1985) het verskeie werkers (Garcia et al., 1980; Gibson, 1984; Nocek & Braund, 1985) 'n hoër melkproduksiedoeltreffendheid (kg VGM/kg DMI) waargeneem, indien hoër melkproduksie met frekwente voeding by gelyke voerinnames verkry is. Hierdie doeltreffendheidsmaatstaf (kg VGM/kg DMI) neem egter nie die energie betrokke by veranderings in liggaamsmassa in ag nie, en bogenoemde afleidings moet met versigtigheid bejeën word (Gibson,

1984). Volgens Sutton et al. (1985) veroorsaak frekwente kragvoervoeding egter eers by kragvoerkonsentrasies van 80% of hoër, buiten vir 'n algemene verhoging in melkproduksiedoeltreffendheid, ook 'n kanalisering van voerenergie na melksintese eerder as weefselneerlegging. Johnson (1979) het gevind dat "hoë produseerders" (56% kragvoerrantsoen) wat kragvoer vyf keer daaglik ontvang het, nie ME in voer meer doeltreffend vir melkproduksie as konvensioneel gevoerde diere aangewend het nie. Hierdie resultaat is in ooreenstemming met die huidige studie (maksimum 57% kragvoer), maar in teenstelling met die bevinding van Kirchgessner et al. (1980) wat met lae vesel rantsoene ("niedrigem Rohfasergehalt - severely restricted crudefiber") gewerk het.

Volgens Thomas & Rook (1977) varieer die doeltreffendheid van ME-benutting vir melkproduksie tussen 53 en 65%. Soos in die huidige studie het Broster (1977) gevind dat die doeltreffendheid van melkproduksie met vordering in laktasie (van vroeg- na laatlaktasie) afgeneem het. Die relatief lae aanwendingsdoeltreffendheid van ME in die huidige studie (Tabelle 5.11 en 5.12) mag moontlik onder andere aan minder akkurate massabepalings toegeskryf word. Omdat adipose weefsel 'n hoë energie-inhoud het mag eksperimentele foute ten opsigte van massabepalings 'n groot uitwerking hê op die berekende hoeveelheid ME beskikbaar vir melkproduksie. Gebeure soos verplasing van gemobiliseerde adipose weefsel

met water of veranderinge in daaglikse vreetpatroon kon tot eksperimentele foute in verband met liggaamsmassa bygedra het.

Frekwente kragvoervoeding het in die huidige studie nie 'n voordeel bo konvensionele voerpraktyke ten opsigte van melkproduksiedoeltreffendheid getoon nie. Uit die literatuur blyk dit egter dat hierdie voertegniek wel by kragvoerkonsentrasies van 60% en hoër sodanige voordeel mag inhou. Dit is in ooreenstemming met die feit dat doeltreffendheid van voeromsetting verlaag by kragvoerkonsentrasies wat aanleiding gee tot betekensvolle afnames in bottervetkonsentrasie (naamlik 60% en meer kragvoer) (Baumann et al., 1985).

HOOFSTUK 6

GEVOLGTREKKING

Genetiese vordering en die hoë voedingsbehoefte van hoë produserende melkbeeste bring mee dat algaande groter hoeveelhede kragvoer, wat geredelik beskikbaar is, by twee geleenthede per dag aan melkkoeie verskaf word. Lae speekselproduksie en rumen-pH na kragvoervoeding, verskuiwings in die rumenmikrobepopulasies en veranderings in die eindprodukte van vertering mag moontlik veroorsaak dat bogenoemde praktyk doeltreffende rantsoenbenutting benadeel. Na aanleiding hiervan is 'n ondersoek na die mate waarin frekwente kragvoervoeding in staat is om 'n gunstiger rumenomgewing en 'n hoër doeltreffendheid van verbruik van beskikbare voere (veral ruvoer) te bewerkstellig van kardinale belang. Volgens die resultaat van die huidige studie het die frekwente voeding van kragvoer oor die algemeen nie statisties betekenisvolle invloed op die rumenomgewing, voerinname, voerverteerbaarheid en produksieparameters uitgeoefen nie. Slegs sekere neigings, wat vermelding verdien, is waargeneem.

Ten spyte van 'n hoër voerinname en veral hoër ruvoerinname (laer kragvoerkonsentrasie in rantsoene) by frekvent gevoerde hoë produserende diere (HP), het die skynbare

verteerbaarheid van die DM-, OM-, RP- en NDF-komponente geneig om toe te neem. Dit blyk dat veral veselvertering (NDF) gunstig deur frekwente kragvoervoeding beïnvloed is. Hierdie verskille was egter nie statisties betekenisvol nie. In teenstelling hiermee is in verskeie studies in die literatuur wel statisties betekenisvolle verhogings in voerverteerbaarheid, as gevolg van meer frekwente kragvoervoedings, waargeneem. Dit blyk dat hierdie verhogings voorkom indien kragvoer meer as 60% van die rantsoen uitmaak. Die hoogste peil waarteen kragvoer in die huidige studie aan koeie voorsien is, het slegs 57,4% van die totale rantsoen verteenwoordig. Die feit dat (nie-betekenisvolle) hoër verteerbaarheidsyfers vir rantsoen-komponente, ten spyte van laer kragvoerkonsentrasies en hoër rantsoeninnames by die HP-diere, deur frekwente kragvoervoeding bewerkstellig is, is egter belangrik. In geval van die LP-diere kon geen duidelike invloed van frekwente kragvoervoeding op die onderskeie verteringskoëffisiënte waargeneem word nie. Dit kon waarskynlik weereens aan die kragvoerkonsentrasies in die proefrantsoene toegeskryf word.

Frekwente kragvoervoeding het geen betekenisvolle effek (HP- en LP-diere) op gemiddelde daaglikse rumen-pH, variasie in pH oor 24-uur periodes of die herstel van die suur/basis ewewig na kragvoervoeding uitgeoefen nie. Uit die literatuur blyk dit dat frekwente kragvoervoeding in die

meerderheid soortgelyke studies geen betekenisvolle invloed op gemiddelde rumen-pH uitgeoefen het nie. Daarenteen het betekenisvolle afnames in pH-variësie, by rantsone wat 63% of meer kragvoer bevat het, voorgekom. In geval van die huidige studie het variësie in pH volgens die standaardafwykings geneig om met frekwente kragvoervoeding af te neem. Die gemiddelde daaglikse rumen-pH van al die behandelingsgroepe was, veral gedurende vroeë en midlaktasie (met kragvoerkonsentrasies van tussen 30,98 en 57,40%), relatief laag. Indien albei produksiegroepe (HP en LP) in ag geneem word, het die rumen-pH daaglik gedurende vroeë en midlaktasie tussen 5,65 en 5,90 gewissel. Hierdie lae rumen-pH's kan waarskynlik aan die relatief hoë voerinnames van die proefkoeie (op DM-basis, 3,9% van liggaamsmassa) toegeskryf word.

Alle behandelings in die huidige studie het gemiddelde daaglikse rumen-ammoniakkonsentrasies van 9 tot 13 mg NH₃-N/100 ml rumen-vloeistof of hoër, genoegsaam vir maksimum in vivo mikrobiëse proteïensintese, gehandhaaf. Geen betekenisvolle verskille tussen konvensioneel- (2/D) en frekvent gevoerde diere het ten opsigte van ammoniakdata (daaglikse gemiddelde, uurlikse variësie en daaglikse minimum waardes) voorgekom nie. Frekwente kragvoervoeding het egter nie-betekenisvolle kleiner afwykings in rumenammoniakkonsentrasie vanaf die daaglikse gemiddelde (standaardafwykings) veroorsaak. Dit kon moontlik tot

doeltreffender verbruik van ammoniak deur rumenmikrobes gelei het.

Frekwente- in vergelyking met konvensionele kragvoervoeding het geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) invloed op konsentrasie totale vlugtige vetsure, produksie van individuele vetsure of verhouding van asyn- tot propioonsuurproduksie uitgeoefen nie. Die molare persentasie asyn- en propioonsuur het beide geneig om effens met frekwente voeding te styg, met die gevolg dat asyn- tot propioonsuurverhoudings (by HP- en LP-diere) ten spyte van neigings tot hoër voerinnames en laer gemiddelde rumen-pH's, nie statisties betekenisvol ($P \leq 0,05$) beïnvloed is nie. Lae As/Ps verhoudings (in die omgewing van tussen 2 en 2,5:1) het ten spyte van relatief hoë ruvoerfraksies (42,6% en hoër) by die oorgrootte meerderheid diere in vroeë en midlaktasie voorgekom. Dit kon waarskynlik, soos rumen-pH, aan hoë voerinnames toegeskryf word. Volgens die beskikbare literatuur kan VVS-parameters wel deur frekwente kragvoervoeding, in die geval van hoër kragvoerpeile as in die huidige studie, beïnvloed word.

Frekwente kragvoervoeding het eweneens in die huidige studie geen statisties betekenisvolle ($P \leq 0,05$) voordeel ten opsigte van die inname van voer gelewer nie. Neigings tot verhoogde ruvoerinnames deurdat fisiese en metaboliese innamebeperkings moontlik in 'n mate opgehef is, het veral

by die HP-diere (30 tot 57% kragvoer) voorgekom. Neigings tot verhoogde innames van voedingsbestanddele (DM, OM, RP en NDF) is deur die ietwat hoër ruvoerinnames by frekwente voeding veroorsaak. In ander studies is betekenisvolle verhogings in ruvoer- en DMI slegs gevind indien kragvoerkonsentrasies 60% oorskry het. Dit is ongeveer by dieselfde kragvoerpeil waar veselvertering met konsensionele kragvoervoeding (2/D) betekenisvol afneem. Hierdie statistiese betekenisvolle verskille is nie deur die huidige studie ondersteun nie. Die laer kragvoerkonsentrasies kon weereens hiertoe bygedra het. Geen statistiese betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verskille in die inname van verteerbare voedingstowwe tussen behandelings is by beide produksiegroepe waargeneem nie. In die geval van die HP-diere het frekwente kragvoervoeding slegs geneig om die verteerbare voedingstofinname oor die algemeen te verhoog.

Onder die voedingsomstandighede in die huidige studie (maksimum 57% kragvoer en vrylik beskikbare lusernhooi) het frekwente kragvoervoeding geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) invloed op liggaansmassaveranderinge van melkkoeie gedurende enige laktasiestadium uitgeoefen nie. Hierdie bevindinge is in ooreenstemming met alle soortgelyke ondersoeke in die beskikbare literatuur.

Frekwent- in vergelyking met konvensioneel gevoerde diere het geen statistiese betekenisvolle voordeel ten opsigte van

melkproduksie getoon nie. Dit was ook die geval met gekorrigeerde produksies (bottervet en vastestof gekorrigeerd), wat aantoon dat melksamestelling nie deur frekwente voeding beïnvloed is nie. Slegs 'n enkele betekenisvolle verskil (bottervetkonsentrasie) in melksamestelling het dan ook in hierdie studie voorgekom. Soos by die meeste vorige parameters blyk dit uit ander studies dat betekenisvolle verhogings in melkproduksie en bottervetkonsentrasie met frekwente voeding by kragvoerkonsentrasies van 60% en hoër gevind word. Volgens dieselfde studies verhoog die reaksie ten opsigte van die genoemde parameters met frekwente voeding soos kragvoerkonsentrasies bo 60% styg. Konsentrasie proteïen en laktose het in die huidige studie, soos in alle soortgelyke ondersoeke, geen reaksie op frekwente voeding getoon nie. Oor die algemeen is ook geen betekenisvolle reaksie in die produksie van die onderskeie melkkomponente met frekwente voeding gevind nie.

Frekwent gevoerde diere in die huidige studie het nie 'n voordeel bo 2/D-diere in die doeltreffendheid waarmee ME vir melkproduksie benut is of voeromsettingsdoeltreffendheid getoon nie.

Die lae algemene rumen-pH's en gevolglike lae bottervetkonsentrasies in die huidige ondersoek is waarskynlik deur hoë voerinnames, ten spyte van gunstige

kragvoer tot ruvoerverhoudings, veroorsaak. Hoë voerinnames is van kritieke belang vir winsgewende melkproduksie en moet nagestreef word, terwyl aandag aan bogenoemde probleme geskenk behoort te word. Frekwente kragvoervoeding het in die huidige ondersoek geneig om meer konstante maar laer gemiddelde daaglikse rumen-pH's as by die 2/D-behandelings te veroorsaak. Dit het in sommige gevalle 'n gedeeltelike herstel in bottervetkonsentrasie tot gevolg gehad. Hierdie voertegniek in kombinasie met ander strategieë mag moontlik beter resultate, by kragvoerkonsentrasies van 30 tot 60%, oplewer. Voorbeelde van "ander strategieë" is die gedeeltelike vervanging van styselryke kragvoere, tans in gebruik, met veselryke kragvoerbronne (lupine en brouersgraan), die voer van lipiede of beskermde lipiede en frekwente (drie keer/24-uur) melkwinning. Hierdie praktyke sal moontlik onder meer tot hoër molare persentasies asynsuur, laer nie-glukogeniese verhoudings en hoër bottervetkonsentrasies lei. Die doeltreffender benutting van die meer konstante bloedmetaboliet-aanbod aan die uierklier, wat met frekwente kragvoervoeding gepaard gaan, kan moontlik ook 'n gevolg van frekwente melkwinning wees. Al drie bogenoemde praktyke stimuleer weefselopheffing in vroeë laktasie en 'n laer toename in liggaamsmassa gedurende midlaktasie wat tot hoër melk- en/of bottervetsintese kan bydra.

Die aanbieding van swak kwaliteit ruvoere, wat die voer van relatief groot hoeveelhede kragvoer noodsaak en dus die onderliggende oorsaak van die lae bottervet-sindroom is, moet oor die langtermyn meer aandag geniet. Die produksiemoontlikhede van hoë kwaliteit ruvoere in semi-ekstensiewe streke is egter waarskynlik beperk. Die strategiese benutting van ruvoere (goeie kwaliteit ruvoere aangewend vir hoë-produiserende koeie) kan moontlik die probleem van die beperkte produksiemoontlikhede van goeie kwaliteit ruvoere, in 'n mate verlig.

Samevattend blyk dit volgens die resultate van die huidige ondersoek dat frekwente kragvoervoeding nie groot voordele ten opsigte van inname, rumenomgewing, voedingstofbenutting en produksie van melkkoeie inhou nie. Hierdie bevindinge geld egter slegs vir die kragvoerpeile (maksimum 57%) wat in die huidige studie toegepas is. Volgens die beskikbare gegewens in die literatuur kan voordele moontlik wel by kragvoerkonsentrasies van 60% en hoër voorkom. Die moontlike rede hiervoor is dat totale voerinname, die verteerbaarheid van die totale rantsoen, voeromsettingsdoeltreffendheid en in sekere gevalle inkomste bo voerkoste styg soos kragvoerkonsentrasie 60% nader. Betekenisvolle afnames in parameters soos sellulosevertering en doeltreffendheid van energieverbruik en selfs 'n afplating in melkproduksie kom waarskynlik bo 60% kragvoer in rantsoene voor. Derhalwe vergroot die gunstige reaksies

vanweë frekwente kragvoervoeding skynbaar namate kragvoerkonsentrasie bo. 60% in die rantsoen styg. Dit is egter duidelik dat frekwente kragvoervoeding nie sondermeer vir lakterende koeie wat minder as 60% kragvoer (op DM-basis van die totale rantsoen) ontvang, aanbeveel kan word nie. Hierdie voertegniek in kombinasie met ander strategieë soos die benutting van veselryke kragvoere of beskermde lipiede en frekwente melkwinning mag moontlik beter resultate, by hierdie kragvoerkonsentrasies (30 tot 60%) lewer. Die produksiemoontlikhede en benutting van goeie kwaliteit ruvoer verdien egter, eerstens, aandag.

HOOFSTUK 7

OPSOMMING

1. Onderzoek is ingestel na die invloed van frekwente kragvoervoeding by lakterende koeie op verteerbaarheid van die chemiese rantsoenkomponente, rumenparameters, voeriname, liggaansmassaveranderings, produksieparameters en doeltreffendheid van melkproduksie.
2. Twaalf volwasse Frieskoeie is volgens verwagte kalfdatum, ouderdom en melkproduksie tydens die voorafgaande laktasie in twee produksiegroepe (HP - hoë produksie en LP - laer produksie) gestratifiseer. Kragvoer (13,24% ruproteïen en 11,4 MJ ME/kg droëmateriaal is, in ooreenstemming met die vlak van melkproduksie, volgens 'n gebalanseerde omskakelingsproefontwerp in twee, vier of agt daaglikse porsies (2/D, 4/D en 8/D) aan beide HP- en LP-groepe verskaf. Andersins het die koeie vrye toegang tot grof gemaalde lusernhooi gehad. Hierdie prosedure is gedurende vroeë laktasie (dag 1 tot 91), midlaktasie (dag 92 tot 182) en laatlaktasie (dag 182 tot 274) uitgevoer. Elke stadium van laktasie (vroeg-, mid- en laatlaktasie) het verder uit drie proefperiodes bestaan, waarbinne elke keer 'n verterings- en innamestudie (10 dae versamelperiodes) uitgevoer is. Die helfte van die koeie in elke produksiegroep is op

dag 8 van laktasie van rumenfistels voorsien. Hierdie diere is aangewend vir die inname- en verteringsproewe en die bestudering van sekere rumenparameters.

3. By die HP-koeie (gemiddeld 23,9 kg melk/dag) het die 4/D-groep gemiddeld 'n verhoging van 4,6 persentasie-eenhede in veselvertering (NDF) bo die 2/D-groep getoon (48,9% vs 53,5%). Soortgelyke resultate is met die 8/D-groep verkry. Hierdie verhogings in veselvertering (NDF) was egter nie-betekenisvol ($P \leq 0,05$) nie, en so ook die gepaardgaande kleiner verhogings in die verteerbaarheid van die ander parameters (DM, OM en RP) wat bepaal is. By die LP-koeie (gemiddeld 18,3 kg melk/dag) was die verteerbaarheid van vesel (NDF), ongeag frekwensie van kragvoervoeding, min geaffekteer. Dieselfde tendens is ten opsigte van die ander chemiese rantsoenkomponente (DM, OM en RP) waargeneem. Die gelyke of geringe verhoging in die verteerbaarheid van die chemiese rantsoenkomponente (DM, OM, RP en NDF) met frekwente voeding by die HP- en LP-diere het ten spyte van laer kragvoerrantsoenkonsentrasie (gemiddeld 1,4% laer gedurende vroeë en midlaktasie), en hoër voerinname voorgekom. Hierdie resultate geld slegs vir die kragvoerkonsentrasie (maksimum 57,4%) wat in die huidige studie toegepas is. Die moontlikheid bestaan dat verhogings in verteerbaarheid, as gevolg van meer frekwente kragvoervoedings, eers waargeneem word wanneer kragvoer meer as 60% van die rantsoen uitmaak.

4. Frekwente kragvoervoeding het geen statisties betekenisvolle ($P \leq 0,05$) invloed op rumen-pH uitgeoefen nie. Die gemiddelde daaglikse rumen-pH van al die behandelingsgroepe was laag. Indien albei produksiegroepe (HP en LP) in ag geneem word, het die rumen-pH daaglik tussen 5,65 en 5,99 oor laktasie gewissel. Lae rumen-pH's kan moontlik aan relatief hoë voerinnames (3,9% van liggaamsmassa) toegeskryf word. By die HP-koeie het frekwente kragvoervoeding (4/D en 8/D) gedurende vroeë- en midlaktasie, deurgaans 'n nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) laer gemiddelde rumen-pH, vergeleke met die 2/D-groep (5,75 vs 5,86), tot gevolg gehad. By die LP-diere het geringe verskille in rumen-pH tussen behandelings voorgekom. Buiten genoemde klein verskille in gemiddelde daaglikse rumen-pH tussen behandelingsgroepe, het die rumen-pH van die koeie direk na kragvoervoeding 'n soortgelyke daling getoon, ongeag die prosedure van kragvoervoeding. Geen betekenisvolle verskille in pH-variasie oor 24-uur periodes het tussen behandelings voorgekom nie. Neigings tot meer konstante rumen-pH's is egter by frekvent gevoerde diere (HP en LP) waargeneem. Chemiese rantsoenbuffers in kombinasie met frekwente kragvoervoeding, behoort 'n gunstiger invloed (hoër) op rumen-pH uit te oefen. Die lae rumen-pH's soos in

hierdie studie waargeneem, mag moontlik in die algemeen 'n matige beperking op veselvertering geplaas het.

5. Met die waargenome hoër ruvoerinnames en hoër ruproteïeninnames gedurende die verteringstudie en indien aanvaar word dat min verskil tussen groepe in die absorpsie van ammoniak (NH_3) oor die rumenwand bestaan het, sou 'n hoër gemiddelde rumenammoniakkonsentrasie by veral die frekwent gevoerde HP-diere verwag word. Teen die verwagting in was die rumenammoniakkonsentrasies van die 4/D en 8/D-diere by beide produksiegroepe, gemiddeld 2,33 mg $\text{NH}_3\text{-N}/100$ ml rumenvloeistof laer as die van die 2/D-diere. Hierdie verskille in NH_3 -konsentrasies was nie-betekenisvol ($P \leq 0,05$) nie. In die gevalle waar frekwente voeding laer NH_3 -konsentrasies tot gevolg gehad het (tot so laag as 6,2 mg $\text{NH}_3\text{-N}/100$ ml rumenvloeistof), kan dit waarskynlik aan 'n meer aktiewe mikrobepopulasie of hoër deurvloeitempo's van $\text{NH}_3\text{-N}$, toegeskryf word. Tendense soos 'n meer konstante rumenammoniakkonsentrasie en laer ammoniakpieke na kragvoervoeding is ook in sommige gevalle met frekwente kragvoervoeding by beide produksiegroepe waargeneem. Verskille wat hier voorgekom het was egter ook nie statisties betekenisvol nie.

6. Die produksie van totale en individuele vlugtige vetsure in die rumenvloeistof is nie statisties betekenisvol ($P \leq 0,05$) deur frekwente kragvoervoeding beïnvloed nie. Beide asyn- en propioonsuurproduksie het oor die algemeen 'n geringe styging met frekwente voeding getoon. In die gevalle waar verhogings voorgekom het, het asyn- en propioonsuurkonsentrasies gemiddeld met onderskeidelik $5,75 \mu\text{mol/ml}$ en $3,06 \mu\text{mol/ml}$ relatief tot die 2/D-groepe gestyg. Dit impliseer dat die asynsuur : propioonsuurverhouding in hierdie gevalle min deur frekwente kragvoervoeding beïnvloed is. Lae asyn- tot propioonsuurverhoudings (in die omgewing van tussen 2 en $2,5 : 1$) het by die meerderheid behandelings gedurende vroeë en midlaktasie voorgekom. Dit kan waarskynlik aan hoë voerinnames by die proefdiere toegeskryf word. In die helfte van die gevalle van frekwente kragvoervoeding is 'n kleiner variasie in totale en individuele vlugtige vetsure rondom die daaglikse gemiddelde gevind. Die verskille was egter ook nie-betekensivol ($P \leq 0,5$) nie.
7. Frekwente kragvoervoeding (4/D en 8/D) het aanleiding gegee tot 'n nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) hoër ruvoerinnames by die HP-groepe gedurende vroeë en midlaktasie (onderskeidelik $1,81$ en $1,08$ kg ruvoer/dag) en by die LP-groepe gedurende midlaktasie. Kragvoerinnames het by beide produksiegroepe nie statisties betekenisvol ($P \leq 0,05$) verskil nie. Die

hoër ruvoerinnames van die HP-groepe kan moontlik aan die verhoging in veselvertering toegeskryf word. Daarenteen het geen verskille in veselvertering by die LP-groepe in midlaktasie voorgekom nie. In hierdie gevalle kon die gedeeltelike opheffing van metaboliese innamebeperkings moontlik tot hoër ruvoerinnames aanleiding gegee het. Nie-betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verhoogde innames van voedingsbestanddele (DM, OM, RP en NDF) is deur hoër ruvoerinnames by beide produksiegroepe veroorsaak. Hoë voerinnames (gemiddeld 3,9% van liggaamsmassa per dag tydens laktasie), relatief tot aanvaarde norme in die literatuur, is tydens die huidige studie waargeneem.

8. Die verteerbare voedingstofinname van die HP-koeie wat frekwente kragvoervoeding (4/D en 8/D) ontvang het, was gedurende vroeë- en midlaktasie hoër (nie-betekenisvol, $P \leq 0,05$). In teenstelling hiermee is geen werklike verskille in verteerbare voedingstofinname by die LP-groepe waargeneem nie.
9. Uit die huidige studie blyk dit dat frekwente kragvoervoeding liggaamsmassaveranderings nie-betekenisvol ($P \leq 0,05$) gedurende al die laktasie-stadiums beïnvloed het nie. Met die uitsondering van die HP 8/D- en LP 4/D-diere gedurende vroeë laktasie het alle behandelingsgroepe 'n toename in lewende massa getoon.

10. Geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verskille in melkproduksie tussen behandelings by die HP- en LP-diere het voorgekom nie. Frekwente kragvoervoeding het slegs met 'n geringe verhoging in melkproduksie by die HP-diere gepaard gegaan. Die verhoging in melkproduksie (kg/dag) bo die van die ooreenstemmende 2/D-groepe was soos volg: HP 4/D en HP 8/D tydens vroeë laktasie onderskeidelik 0,42 en 1,80; Tydens midlaktasie onderskeidelik 1,84 en 0,45 en tydens laatlaktasie onderskeidelik 0,45 en 0,94. Die afwesigheid van enige verbetering in melkproduksie by die LP-groepe wat frekwente kragvoervoeding ontvang het, ten spyte van hoër voerinnames, het moontlik op genetiese beperkings gedui.
11. In ooreenstemming met melkproduksie het geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verskil in melksamestelling (bottervet, proteïen en laktose) en gekorrigeerde melkproduksie tussen konvensioneel- en frekwent gevoerde diere voorgekom nie. Relatief lae bottervetkonsentrasies het by die HP-diere gedurende vroeë en midlaktasie en die LP-diere gedurende vroeë laktasie voorgekom. Dit blyk dat die hoë voerinnames en lae rumen-pH's vir hierdie lae bottervetkonsentrasies verantwoordelik kon gewees het. Geen betekenisvolle ($P \leq 0,05$) verhoging in die produksie van die onderskeie melkkomponente (bottervet, proteïen en laktose) het as gevolg van frekwente

kragvoervoeding voorgekom nie. Eweneens is die totale vastestof- en vetvrye vastestof-inhoud van melk nie noemenswaardig beïnvloed nie.

12. Frekwent gevoerde diere in die huidige studie het geen voordeel bo konvensioneel gevoerde diere in die doeltreffendheid van ME-benutting vir melkproduksie, VGM-produksie/kg DMI en VGM-produksie/kg VOMI getoon nie. Dit was in teenstelling met neigings tot hoër voerinnames en voerverteerbaarheid wat (veral by die HP-diere) met frekwente voeding gepaard gegaan het.
13. Samevattend blyk dit volgens die resultate van die huidige ondersoek dat frekwente kragvoervoeding nie groot voordele ten opsigte van inname, rumenomgewing, voedingstofbenutting en produksie van melkkoeie inhoud nie. Hierdie bevindinge geld egter slegs vir die kragvoerpeile (maksimum 57%) wat in die huidige studie toegepas is. Volgens die beskikbare gegewens in die literatuur kan voordele moontlik wel by kragvoerkonsentrasies van 60% en hoër voorkom. Die moontlike rede hiervoor is dat totale voerinnames, die verteerbaarheid van die totale rantsoen, voeromsettingsdoeltreffendheid en in sekere gevalle inkomste bo voerkoste styg soos kragvoerkonsentrasie 60% nader. Betekenisvolle afnames in parameters soos sellulosevertering en doeltreffendheid van energieverbruik en selfs 'n afplating in melkproduksie kom

waarskynlik bo 60% kragvoer in rantsoene voor. Derhalwe vergroot die gunstige reaksies vanweë frekwente kragvoervoeding skynbaar namate kragvoerkonsentrasie bo 60% in die rantsoen styg. Dit is egter duidelik dat frekwente kragvoervoeding nie sondermeer vir lakterende koeie wat minder as 60% kragvoer op DM-basis van die totale rantsoen) ontvang, aanbeveel kan word nie. Hierdie voertegniek in kombinasie met ander strategieë soos die benutting van veselryke kragvoere of beskermde lipiede en frekwente melkwinning mag moontlik beter resultate, by hierdie kragvoerkonsentraises (30 tot 60%), lewer. Die produksiemoontlikhede en benutting van goeie kwaliteit ruvoer verdien egter, eerstens aandag.

LITERATUURVERWYSINGS

- AITKEN, J. N. & PRESTON, T.R., 1964. The selffeeding of complete milled rations to dairy cattle. Titles and abstracts of papers presented at the Proceeding of the 40th meeting of the British Society of Animal Production, 24 - 25 March 1964. Anim. Prod. 6,260 (Abstr.).
- AKIN, D.E., 1982. Microbial breakdown of feed in the digestive track. In: Nutritional limits to animal production from pastures, p. 201. Ed. J.B. Hacker. Farnham Royal, U.K., Commonwealth Agricultural Bureaux.
- AMOS, H.E., KISER, T. & LOEWENSTEIN, M., 1985. Influence of milking frequency on productive and reproductive efficiencies of dairy cows. J. Dairy Sci. 68, 732.
- ANNISON, E.F., 1984. The metabolism of neutral and acidic lipids by tissues of the ruminant. In: Herbivore nutrition in the subtropics and tropics, p. 549. Eds. F.M.C. Gilchrist & R.I. Mackie. The Science Press, Craighall, South Africa.
- A.O.A.C., 1970. Official methods of analysis. 11th Ed. Association of Official Agricultural Chemists. Benjamin Franklin, Washington, D.C., U.S.A.
- A.O.A.C., 1980. Official methods of analysis. 13th Ed. Association of Official Agricultural Chemists. Benjamin Franklin, Washington, D.C., U.S.A.
- ARC (AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL), 1965. The nutrient requirements of farm livestock. Supplement No. 7. Technical review by an Agricultural Research Council working party. Farnham Royal, U.K., Commonwealth Agricultural Bureaux.
- ARC, 1980. The nutrient requirements of ruminant livestock. Farnham Royal, U.K., Commonwealth Agricultural Bureaux.
- ARC, 1984. The nutrient requirements of ruminant livestock. Supplement No. 1. Technical review by an Agricultural Research Council working party. First published 1980, reprinted 1984. Farnham Royal, U.K., Commonwealth Agricultural Bureaux.
- BAILE, C.A. & FORBES, M.J., 1974. Control on feed intake and regulation of energy balance in ruminants. Physiol. Rev. 54, 160.
- BALCH, C.C., 1971. Proposal to use time spent chewing as an index of the extent to which diets for ruminants possess the physical property of fibrousness characteristic of roughages. Br. J. Nutr. 26, 383.

- BALCH, C.C. & CAMPLING, R.C., 1962. Regulation of food intake in ruminants. Nutr. Abstr. & Rev. Series B 32,669.
- BALCH, C.C. & CAMPLING, R.C., 1965. Rate of passage of digesta through the ruminant digestive tract. In: Physiology of digestion in the ruminant, p. 108. Papers presented at the second international symposium. Ames, Iowa, August 1964. Ed. R. W. Dougherty. Butterworths, Washington.
- BALCH, D.A. & ROWLAND, S.J., 1957. Volatile fatty acids and lactic acid in the rumen of dairy cows receiving a variety of diets. Br. J. Nutr. 11,288.
- BALDWIN, R.L. & ALLISON, M.J., 1983. Rumen metabolism. J. Anim. Sci. 57,461.
- BALDWIN, R.L. & DENHAM, S.C., 1979. Quantitative and dynamic aspects of nitrogen metabolism in the rumen: A modeling analysis. J. Anim. Sci. 49,1631.
- BALDWIN, B.R., FORSBERG, N.E. & HU, C.Y., 1985. Potential for altering energy partition in the lactating cow. J. Dairy Sci. 68,3394.
- BALLARD, F.J., HANSON, R.W. & KRONFELD, D.S., 1969. Gluconeogenesis and lipogenesis in the tissue from ruminant and non-ruminant animals. Fedn. Proc. 28,218.
- BARRIO, J.R., GOETSCH, A.L. & OWENS, F.N., 1986. Effect of dietary concentrate on in situ dry matter and nitrogen disappearance of a variety of feedstuffs. J. Dairy Sci. 69,420.
- BARTLEY, E.E. & DEYOE, C.W., 1977. Reducing the rate of ammonia release by the use of alternative non-protein sources. In: Recent advances in animal nutrition, p. 50. The eleventh nutrition conference for feed manufacturers. Eds. W. Haresign & D. Lewis. Butterworths, London.
- BATH, D.L., 1985. Nutritional requirements and economics of lowering feed costs. Symposium: The dairy cow of the future - biological requirements for economic efficiency. J. Dairy Sci. 68,1579.
- BATH, I.H. & ROOK, J.A.F., 1963. The evaluation of cattle foods and diets in terms of ruminal concentration of volatile fatty acids. (1). The effect of level of intake, frequency of feeding, the ratio of hay: concentrates in the diet, and of supplementary feeds. J. Agric. Sci. 61,341.
- BAUMAN, D.E., 1984. Regulation of nutrient partitioning. In: Herbivore nutrition in the subtropics and tropics, p. 505. Eds. F.M.C. Gilchrist & R.I. Mackie. The Science Press, Craighall, South Africa.

- BAUMAN, D.E., AKERS, R.M., CHAPIN, L.T., TUCKER, H.A. & CONVEY, E.M., 1979. Effect of level of intake on serum concentrations of prolactin and growth hormone in lactating cows. J. Dairy Sci. 62 (Suppl. 1), 114.
- BAUMAN, D.E., McCUTCHEON, S.N., STEINHOOR, W.D., EPPARD, P.J. & SECHEN, SUZANNE J., 1985. Sources of variation and prospects for improvement of productive efficiency in the dairy cow: A review. J. Anim. Sci. 60, 583.
- BEEVER, D.E., THORNSON, D.J., PFEFFER, E. & AMSTRONG, D.G., 1971. The effect of drying and ensiling grass on its digestion in sheep. Sites of energy and carbohydrate digestion. Br. J. Nutr. 26,123.
- BENSON, J.D., ASKEW, E.W., EMERY, R.S. & THOMAS, J.W., 1972. Metabolism of fatty acids by adipose tissue and liver of cows fed normal restricted roughage of MGO supplemented rations. J. Dairy Sci. 55,83.
- BHATTACHARYA, A.N. & ALULU, M., 1975. Appetite and insulin-metabolite harmony in portal blood of sheep fed high or low roughage diet with or without intra-ruminal infusion of V.F.A. J. Anim. Sci. 41,225.
- BICKERSTAFFE, R. & ANNISON, E.F., 1974. The metabolism of glucose, acetate, lipids and amino acids in lactating dairy cows. J. agric. Sci., Camb. 82,71.
- BINES, J.A., 1971. Metabolic and physical control of food intake in ruminants. Proc. Nutr. Soc. 30,116.
- BINES, J.A., 1979. Voluntary food intake. In: Feeding strategy for the high-yielding dairy cow, p. 23. Eds. W.H. Broster & H. Swan. Granada Publishers, London.
- BINES, J.A. & HART, I.C., 1986. Control and manipulation of nutrient partition in the dairy cow. In: Principles and practice of feeding dairy cows, p. 95. NIRD Technical Bulletin 8. Eds. W.H. Broster, R.H. Phipps & C.L. Johnson. Printed at the College of Estate Management, Reading University.
- BINES, J.A., SUZUKI, S. & BALCH, C.C., 1969. The quantitative significance of long-term regulation of feed intake in the cow. Br. J. Nutr. 23,695.
- BLAXTER, K.L., 1964. Utilization of the metabolizable energy of grass. Proc. Nutr. Soc. 23,62.
- BLAXTER, K.L., GRAHAM, N. McC. & WAINMAN, F.W., 1956. Frequency of feeding and energy utilization by sheep. Proc. Nutr. Soc. 15,2.

- BLAXTER, K.L., WAINMAN, F.W. & WILSON, R.S., 1961. The regulation of food intake by sheep. Anim. Prod. 3,51.
- BLAXTER, K.L. & WILSON, R.S., 1963. The assesment of crop husbandry technique in terms of animal production. Anim. Prod. 5,27.
- BRAGG, D. St. A., MURPHY, M.R. & DAVIS, C.L., 1985. Effects of two readily fermentable carbohydrates and two feeding frequencies on various rumen measurements in dairy steers. American Dairy Science Association. Program and Abstracts. Eightieth annual meeting, June 19-12, 1985. University of Illinois at Urbana-Champaign. Supplement 1, J. Dairy Sci. 68,111 (Abstr.).
- BRAGG, D.St.A., MURPHY, M.R. & DAVIS, C.L., 1986. Effect of source of carbohydrate and frequency of feeding on rumen parameters in dairy steers. J. Dairy Sci. 69,392.
- BREDON, R.M. & STEWART, P.G., 1979. Feeding and management of dairy cattle in Natal. Technical Recommendations, Part 1. Dept. Agric. Pietermaritzburg.
- BROADBENT, P., 1977. Two dairy cow feeding systems. Livestock International. March/April, 4.
- BROSTER, W.H., 1972. Effect of milk yield of the cow of the level of feeding during lactation. Dairy Sci. Abstr. 34,265.
- BROSTER, W.H., 1977. Feeding the dairy cow in early lactation. MAFF Agric. Devel. Advis. Serv. Quart. Rev. 26,87.
- BROSTER, W.H., 1980. Developments in feeding dairy cows. MAFF Agric. Devel. Advis. Serv. Quart. Rev. 39,234.
- BROSTER, W.H., SUTTON, J.D. & BINES, J.A., 1978. Concentrate: Forage ratio for high yielding dairy cows. Studies in the agricultural and food sciences. In: Recent advances in ruminant nutrition, p.99. Eds. W. Haresign & D. Levis. Butterworths, London.
- BROSTER, W.H., SUTTON, J.D., BINES, J.A., BROSTER, VALERIE J., SMITH, T., SIVITER, J.W., JOHNSON, V.W., NAPPER, D.J. & SCHULLER, E., 1985. The influence of plane of nutrition and diet composition on the performance of dairy cows. J. agric. Sci., Camb. 104,535.
- BROWN, C.A., CHANDLER, P.T. & HOLTER, J.B., 1977. Development of predictive equations for milk yield and dry matter intake in lactating cows. J. Dairy Sci. 60,1739.
- BRYANT, M.P. & ROBINSON, I.M., 1963. Apparent incorporation of ammonia and amino acid carbon during growth of selected species of ruminal bacteria. J. Dairy Sci. 46,150.

- BURT, A.W.A. & DUNTON, C.R., 1967. Effect of frequency of feeding upon food utilization by ruminants. Proc. Nutr. Soc. 26,181.
- BUTTERY, P.J., 1977. Aspects of the biochemistry of rumen fermentation and their implication in ruminant productivity. Studies in the agricultural and food sciences. In: Recent advances in animal nutrition, p.8. The eleventh nutrition conference for feed manufacturers. Eds. W. Haresign & D. Lewis. Butterworths, London.
- CAMPBELL, J.R.E. & MERILAN, G.P., 1961. Effect of frequency of feeding on production characteristics and feed utilization in lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 44,664.
- CAMPLING, R.C., 1964. Factors affecting the voluntary intake of grass. Proc. Nutr. Soc. 23,80.
- CAMPLING, R.C., 1970. Physical regulation of voluntary intake. In: Physiology of digestion and metabolism in the ruminant, p. 226. Proceedings of the third international symposium, 1969. Ed. A.T. Phillipson. Oriel Press, Newcastle upon Tyne, England.
- CAMPLING, R.C. & BALCH, C.C., 1961. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 1. Preliminary observations on the effect, on the voluntary intake of hay, of changes in the amount of the reticulo-ruminal contents. Br. J. Nutr. 15,523.
- CAMPLING, R.C., FREER, M. & BALCH, C.C., 1961. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 2. The relationship between the voluntary intake of roughages, the amount of digesta in the reticulo-rumen and the rate of disappearance of digesta from the alimentary tract. Br. J. Nutr. 15,531.
- CAMPLING, R.C., FREER, M. & BALCH, C.C., 1962. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 3. The effect of urea on the voluntary intake of oat straw. Br. J. Nutr. 16,115.
- CASSIDA, K.A. & STOKES, M.R., 1986. Eating and resting salivation in early lactation dairy cows. J. Dairy Sci. 69,1282.
- CLARK, J.H. & DAVIS, C.L., 1983. Future improvement of milk production: Potential for nutritional improvement. J. Anim. Sci. 57,750.
- CONRAD, H.R., PRATT, A.D. & HIBBS, J.W., 1964. Regulation of feed intake in dairy cows. 1. Change in importance of physical and physiological factors with increase in digestibility. J. Dairy Sci. 47,54.
- CONVEY, E.M., 1974. Serum hormone concentrations in ruminants during mammary growth, lactogenesis and lactation: A review. J. Dairy Sci. 57,905.

- COPPOCK, C.E., 1985. Energy nutrition and metabolism of the lactating dairy cow. J. Dairy Sci. 68,3403.
- COPPOCK, C.E., FLATT, W.P. & MOORE, L.A., 1964. Effect of hay to grain ratio on the utilization of metabolizable energy for milk production by dairy cows. J. Dairy Sci. 47,1330.
- COPPOCK, C.E., NOLLER, C.H. & WOLFE, S.A., 1974. Effect of forage-concentrate ratio in complete feeds fed ad libitum on energy intake in relation to requirements by dairy cows. J. Dairy Sci. 57,1371.
- CORSE, D.A., 1977. The application of non-protein nitrogen, protected proteins and rumen fermentation control in UK feeding systems. Studies in the agricultural and food sciences. In: Recent advances in animal nutrition, p. 110. Eds. W. Haresign & D. Levis. Butterworths, London.
- COWAN, R.T., ROBINSON, J.J., McDONALD, I. & SMART, R., 1980. Effects of body fatness at lambing and diet in lactation on body tissue loss, feed intake and milk yield of ewes in early lactation. J. agric. Sci., Camb. 95,497.
- CRAMPTON, E.W., 1957. Interrelations between digestible nutrient and energy content, voluntary dry matter intake and the overall feeding value of forages. J. Anim. Sci. 16,546.
- CRAMPTON, E.W., DONEFER, E. & LLOYD, L.E., 1960. A nutritive value index for forages. J. Anim. Sci. 19,538.
- CURRAN, M.K. & HOLMES, W., 1970. Prediction of the voluntary intake of food by dairy cows. 1. Stall-fed cows in late pregnancy and early lactation. Anim. Prod. 12,195.
- DAVIS, R.S. & COLLIER, R.J., 1985. Mammary bloodflow and regulation of substrate supply for milk synthesis. J. Dairy Sci. 68,1041.
- DE VILLIERS, A., 1984. Die effek van kragvoer: ruvoerverhouding op melkproduksie. The S.A. Friesland Journal. Oct./Nov./Des., 120.
- DE WAAL, H.O., 1979. Die voedingswaarde van veldweiding van die Sentrale Oranje-Vrystaat vir skape met spesiale verwysing na die rol van proteïen- en fosforaanvullings. M.Sc. (Agric.)-skripsie, Universiteit Stellenbosch.
- DIXON, R.M., 1986. Effects of dietary concentrates on rumen digestion of fibrous feedstuffs. Anim. Feed Sci. Technol. 14,193.

- DONEFER, E., LLOYD, L.E. & CRAMPTON, E.W., 1963. Effect of varying alfalfa: barley ratios on energy intake and volatile fatty acid production by sheep. J. Anim. Sci. 22,245.
- DOYLE, C.J., 1983. Evaluating feeding strategies for dairy cows: A modelling approach. Anim. Prod. 36,47.
- DRIVER, P.M. & FORBES, J.M., 1981. Episodic growth hormone secretion in sheep in relation to time of feeding, spontaneous meals and short term fasting. J. Physiol. 317,413.
- EIKELBERGER, R.C., MULLER, L.D., SWEENEY, T.F. & ABRAMS, S.M., 1985. Addition of buffers to high quality alfalfa haybased diets for dairy cows in early lactation. J. Dairy Sci. 68,1722.
- EKERN, A.S. & VIK-MO, L., 1979. Conserved forages as feeds for dairy cows. In: Feeding strategy for the high-yielding dairy cow, p. 332. Eds. W.H. Broster & H. Swan. Granada Publishers, London.
- ELIMAN, M.E. & ORSKOV, E.R., 1983. The effect of frequency of feeding of a basal diet and the addition of sodium chloride on the outflow of chromium-treated protein supplements from the rumen of high-yielding dairy cows. Anim. Prod. 36,503 (Abstr.)
- ELIMAN, M.E. & ORSKOV, E.R., 1984(a). Factors affecting the outflow of protein supplements from the rumen. 1. Feeding level. Anim. Prod. 38,45.
- ELIMAN, M.E. & ORSKOV, E.R., 1984(b). Factors affecting the outflow of protein supplements from the rumen. 2. The composition and particle size of the basal diet. Anim. Prod. 39,201.
- ELLIOT, J.M., SYMONDS, H.W. & PIKE, B., 1985. Effect of feed intake of infusing sodium propionaat or sodium acetate into a mesentric vein of cattle. J. Dairy Sci. 68,1165.
- EL-SHAZLY, K., DEHORITY, B.A. & JOHNSON, R.R., 1961. Effect of starch on the digestion of cellulose in vitro and in vivo by rumen microorganisms. J. Anim. Sci. 20,268.
- EMERY, R.S., 1978. Feeding for increased milk protein. J. Dairy Sci. 61,825.
- ENGELS, E.A.N. & MALAN, A., 1975. The energy intake and excretion of sheep grazing oat pasture. Agroanimalia 7,81.
- ERASMUS, L.J., 1987. Die ureumvoeding van melkkoeie. Nasionale Melkbeesprestasië- en -Nageslagtoetskema Jaarverslag Deel 7, 1987. Departement van Landbou en Watervoorsiening. Navorsingsinstituut vir Vee- en Suiwelkunde. Republiek van Suid-Afrika.

- ERDMAN, R.A., PROCTOR, G.H. & VANDERSALL, J.H., 1986. Effect of rumen ammonia concentration on in situ rate and extent of digestion of feedstuffs. J. Dairy Sci. 69,2312.
- ESDALE, W.J. & SATTER, L.D., 1972. Manipulation of ruminal fermentation. IV. Effect of altering ruminal pH on volatile fatty acid production. J. Dairy Sci. 55,964.
- FAICHNEY, G.J. & GHERADI, S.G., 1986. Relationships between organic-matter digestibility, dry-matter intake and solute retention times in sheep given a ground and pelleted diet. J. agric. Sci., Camb. 106,219.
- FLATT, W.P., 1966. Energy metabolism results with lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 49,230.
- FORBES, J.M., 1970. Voluntary food intake of pregnant ewes. J. Anim. Sci. 31,1222.
- FORBES, J.M., 1971. Physiological changes affecting voluntary food intake in ruminants. Proc. Nutr. Soc. 30,135.
- FORBES, J.M., 1980. Hormones and metabolites in the control of food intake. In: Symposium on digestive physiology and metabolism in ruminants, p. 145. Eds. Y. Ruckebusch & P. Thivend. M.T.P. Press, Lancaster, U.K.
- FORBES, J.M., 1986(a). The voluntary food intake of farm animals. First edition, 1986. Butterworth & Co (Publishers), London.
- FORBES, J.M., 1986(b). Voluntary intake. In: Principles and practice of feeding dairy cows, p. 11. NIRD Technical Bulletin 8. Eds. W.H. Broster, R.H. Phipps & C.L. Johnson. Printed at the College of Estate Management, Reading University.
- FORBES, J.M. & ROOK, J.A.F., 1970. The effect of intravenous infusion of oestrogen on lactation in the goat. J. Physiol. 207,79.
- FORSBERG, N.E., BALDWIN, R.L. & SMITH, N.E., 1984. Roles of acetate and its interactions with glucose and lactate in cow mammary tissue. J. Dairy Sci. 67,2247.
- FORSBERG, N.E., BALDWIN, R.L. & SMITH, N.E., 1985. Roles of glucose and its interaction with acetate in maintenance and biosynthesis in bovine mammary tissue. J. Dairy Sci. 68,2544.
- FREER, M. & CAMPLING, R.C., 1963. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 5. The relationship between the voluntary intake of food, the amount of digesta in the reticulo-rumen and the rate of disappearance of digesta from the alimentary tract with diets of hay, dried grass or concentrates. Br. J. Nutr. 17,79.

FREER, M., CAMPLING, R.C. & BALCH, C.C., 1962. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 4. The behaviour and reticular motility of cows receiving diets of hay, oat straw and oat straw with urea. Br. J. Nutr. 16,279.

FRENCH, N. & KENNELLY, J.J., 1985. Effects of frequency of feeding on rumen function, plasma insulin, milk yield and milk composition. Agriculture and Forestry Bulletin, Special Issue. CAB N 769388.

FROETSCHEL, M.A., CROOM, W.J., HAGLER, W.M., TATE, L.P. & BROQUIST, H.P., 1986. Effects of Slaframine on ruminant digestive function: Resting salivary flow and composition in cattle. J. Anim. Sci. 62,1404.

GAINES, W.L. & OVERMAN, O.R., 1938. Interrelations of milk-fat, milk-protein and milk-energy yield. J. Dairy Sci. 21,261.

GANEV, G., ORSKOV, E.R. & SMART, R., 1979. The effect of roughage or concentrate feeding and rumen retention time on total degradation of protein in the rumen. J. Agric. Sci., Camb. 93,651.

GARCIA, R., RUITZ, R., ELIAS, A., MENCHACA, M. & GOMEZ, E., 1980. Concentrate fractioning for dairy cows. 1. Effect on milk production and composition. Cuban J. Agric. Sci. 14,125.

GIAGOMINI, D.G., CLARK, J.H. & VICINI, J.L., 1985. Effect of sequence of feeding on ruminal fermentation, milk yield and milk composition. American Dairy Science Association. Program and Abstracts. Eightieth annual meeting, June 9-12, 1985. University of Illinois at Urbana-Champaign. Supplement 1, J. Dairy Sci. 68,132 (Abstr.).

GIBSON, J.P., 1984. The effects of frequency of feeding on milk production of dairy cattle: An analysis of published results. Anim. Prod. 38,181.

GILL, J.L., 1978. Design and analysis of experiments in the animal and medical sciences. 1st Ed., Vol. 2. The Iowa State University Press, Iowa.

GILL, MARGARET, 1979. The principles and practice of feeding ruminants on complete diets. Grass and Forage Sci. 34,155.

GILL, M.S. & CASTLE, M.E., 1983. The effects of the frequency of feeding concentrates on milk production and eating behaviour in Ayrshire dairy cows. Anim. Prod. 36,79.

GRAHAM, N. McC., 1967. Effects of feeding frequency on energy and nitrogen balance in sheep given a ground and pelleted forage. Aust. J. Agric. Res. 18,467.

- GRICHTING, G., BALDWIN, R.L. & SMITH, N.E., 1977. Effect of stage of lactation and fasting on cellularity and lipogenesis in cow adipose tissue. J. Dairy Sci. 60 (Suppl. 1), 120.
- GRIEVE, D.G., MACLEOD, G.K., BATRA, T.R., BURNSIDE, E.B. & STONE, J.B., 1976. Relationship of feed intake and ration digestibility to estimated transmitting ability, body weight and efficiency in first lactation. J. Dairy Sci. 59,1312.
- GROVUM, W.L. & PHILLIPS, G.D., 1978. Factors affecting the voluntary intake of food by sheep. Br. J. Nutr. 40,323.
- HARRIS, L.E., 1970. Nutrition research techniques for domestic and wild animals. Volume 1. An international record system and procedures for analyzing samples. Animal Science Department. Utah State University, Logan, Utah.
- HARRISON, F.A. & HILL, K.J., 1962. Digestive secretions and the flow of digesta along the duodenum of the sheep. J. Physiol. 162,225.
- HART, I.C., 1983. Endocrine control of nutrient partition in lactating ruminants. Proc. Nutr. Soc. 42,181.
- HERMANN, M.N., 1978. Bestuur en beheer in die suiwelnywerheid. Nasionale Suiwelkoöperasie, Heilbron, O.V.S.
- HILLIER, R.J., PERRY, T.W., PEARL, R.M. & BEESON, W.M., 1968. Effect of timed interval frequent feeding on predominantly cornsilage rations to beef steers. J. Anim. Sci. 27,227.
- HODGSON, J., 1982. Influence of sward characteristics on diet selection and herbage intake by the grazing animal. In: Nutritional limits to animal production from pastures, p. 153. Ed. J.B. Hacker. Farnham Royal, U.K., Commonwealth Agricultural Bureaux.
- HOFLUND, S., QUIN, J.T. & CLARK, R., 1948. Studies on the alimentary tract of Merino sheep in South Africa. XV. The influence of different factors on the rate of cellulose digestion (a) in the rumen and (b) in ruminal ingesta as studied in vitro. Onderstepoort J. Vet. Sci. 23,395.
- HOFMEYER, J.H., 1986 (a). Voorwoord tot die Jaarverslag van die Nasionale Melkbeesprestasië en -Nageslagtoetskema. Jaarverslag Deel 6, 1986. Departement van Landbou en Watervoorsiening. Republiek van Suid-Afrika.
- HOFMEYER, J.H., 1986 (b). Landbou-ontwikkelings prioriteite vir die RSA tot die jaar 2000. Referaat gelewer tydens die jaarlikse byeenkoms van Direkteure van die Departement Landbou en Watervoorsiening te Pretoria, 3 tot 5 November 1986.

- HOOGENRAAD, N.J., HIRD, F.J.R., WHITE, R.G. & LENG, R.A., 1970. Utilization of ^{14}C -labelled Bacillus subtilis and Escherichia coli by sheep. Br. J. Nutr. 24,129.
- HOPSON, D.J., JOHNSON, R.R. & BURK, A.D., 1963. Evaluation of the dragon bag technique as a method for measuring cellulose digestibility and rate of forage digestion. J. Anim. Sci. 22,448.
- HUBER, J.T. & KUNG, L., 1981. Protein and non-protein nitrogen utilization in dairy cattle. J. Dairy Sci. 64,1170.
- HUNGATE, R.E., 1966. The rumen and its microbes. Academic Press, New York.
- HUNTER, D.L., ERB, R.E., RANDEL, R.D., GARVERICK, H.A., CALLAHAN, C.J. & HARRINGTON, R.B., 1970. Reproductive steroids in the bovine. 1. Relationships during late gestation. J. Anim. Sci. 30,47.
- HYND, P.I., 1984. Effects of starch fermentation products on roughage digestion. J. agric. Sci., Camb. 103,469.
- ISTASSE, L., REID, G.W., TAIT, C.A.G. & ORSKOV, E.R., 1986. Concentrates for dairy cows: Effect of feeding method, proportion in diet and tipe. Anim. Feed. Sci. Technol. 15,167.
- JARRIGE, R., 1986. Voluntary intake in dairy cows and its prediction. Measurement and prediction of voluntary intake. Bull. Int. Dairy Fed., Doc. 196,4.
- JENNY, B.F. & POLAN, C.E., 1975. Postprandial blood glucose and insulin in cows fed high grain. J. Dairy Sci. 58,512.
- JENSEN, K. & WOLSTRUP, J., 1977. Effect of feeding frequency on fermentation pattern and microbial activity in the bovine rumen. Nutr. Abstr. & Rev. Series B 12,283.
- JOHNSON, C.L., 1977. The effect of the plane and the pattern of concentrate feeding on milk yield and composition in dairy cows. J. agric. Sci., Camb. 88,79.
- JOHNSON, C.L., 1979. The effect of level and frequency of concentrate feeding on the performance of dairy cows of different yield potential. J. agric. Sci., Camb. 92,743.
- JOHNSON, U., 1980. Feeding routines for dairy cows. The influence of the feeding sequence and frequency on milk production, rumen fermentation pattern and eating behaviour. Swedish University of Agricultural Sciences. Uppsala.

JOHNSON, W.L., TRIMBERGER, G.W., WRIGHT, L.D., VAN VLECK, L.D. & HENDERSON, C.R., 1966. Voluntary intake of forage by Holstein cows as influenced by lactation, gestation, body weight, and frequency of feeding. J. Dairy Sci. 49,856.

JORDAAN, C.C. & MCINTOSH, J.H., 1979. Neigings in die Suiwelbedryfstak. S. Afr. Suiwelstigting. Verslag 78/4, November.

JORGENSEN, N.A. & SCHULTZ, L.H., 1963. Ration effects on rumen acids, ketogenesis, and milk composition. 1. Unrestricted roughage feeding. J. Dairy Sci. 46,437.

JORGENSEN, N.A. & SCHULTZ, L.H., 1965. Ration effects on rumen acids, ketogenesis, and milk composition. II. Restricted roughage feeding. J. Dairy Sci. 48,1040.

JORGENSEN, N.L., BARR, G.R. & SCHULTZ, L.H., 1964. Factors influencing milk fat depression on restricted roughage diets. J. Dairy Sci. 47,688.

JORGENSEN, N.L., SCHULTZ, L.H. & BARR, G.R., 1965. Factors influencing milk fat depression on rations high in concentrates. J. Dairy Sci. 48,1031.

KAUFMANN, W., 1973. Zum einfluss höherer fütterungsfrequenz auf die fermentation in den vormägen und die leistung bei milchkühen. Kieler Milchwirtschaftliche Forschungsberichte 25,245.

KAUFMANN, W., 1976. Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH-regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. Livest. Prod. Sci. 3,103.

KAUFMANN, W., HAGEMEISTER, H. & DIRKSEN, G., 1980. Adaption to changes in dietary composition, level and frequency of feeding. In: Symposium on digestive physiology and metabolism in ruminants, p. 587. Eds. Y. Ruckebusch & P. Thivend. M.T.P. Press, Lancaster, U.K.

KING, J.O.L., 1980. Factors affecting the butterfat content of cow's milk. Vet. Rec. 107,132.

KIRSCHGESSNER, M. & KELLNER, R.J., 1980. Nährstoffverdaulichkeit von Grund und Kraftfutter beim Schaf bei unterschiedlicher Fütterungsfrequenz. Z. Tierphysiol., Tierernährg u. Futtermittelkde. 43,117.

KIRCHGESSNER, VON. M., MÜLLER, H.L. & SAX, J., 1980. Energieumsatz und energieverwertung nichtlaktierender und laktierender kühe unterschiedlicher fütterungsfrequenz. Z. Tierphysiol., Tierernährg u. Futtermittelkde. 44,279.

- KIRCHGESSNER, M., SCHWARZ, F.J. & LINDER, H., 1981. Frequency of feeding dairy cows. Nutr. Abstr. & Rev. Series B 9,642.
- KNIGHT, R., 1980. Feeding for milk quality. MAFF Agric. Devel. Advis. Serv. Quart. Rev. 39,139.
- KNOX, K.L. & WARD, G.M., 1961. Rumen concentrations of volatile fatty acids as affected by feeding frequency. J. Dairy Sci. 44,1550.
- KORTBEGRIJ VAN LANDBOUSTATISTIEK, 1986. Direktoraat Landbou-ekonomiese tendense, Privaatsak X246, Pretoria.
- KOVACIK, A.M., LOERCH, S.G. & DEHORITY, B.A., 1986. Effect of supplemental sodium bicarbonate on nutrient digestibilities and ruminal pH measured continuously. J. Anim. Sci. 62,226.
- LAREDO, M.A. & MINSON, D.J., 1973. The voluntary intake, digestibility and retention time by sheep of leaf and stem fractions of five grasses. Aust. J. Agr. Res. 24,875.
- LEE, J.A. & PEARCE, G.R., 1984. The effectiveness of chewing during eating on particle size reduction of roughage by cattle. Aust. J. Agric. Res. 35,609.
- LINDER, H.P., KIRCHGESSNER, M. & SCHWARZ, F.J., 1979. Zur Futteraufnahme und leistung von milchkühen bei unterschiedlicher fütterungsfrequenz von grund- und kraftfutter. Zuchtungskunde 51,215.
- LLOYD DAVIES, H., 1962. Intake studies in sheep involving fluid intake. Proc. Aust. Soc. Anim. Prod. 4,167.
- LOERCH, S.C., BERGER, L.L., GIANOLA, D. & FAMEY, G.C., 1983. Effects of dietary protein source and energy level on on situ nitrogen disappearance of various protein sources. J. Anim. Sci. 56,206.
- MACLEOD, BATRA BURNSIDE 7 STONE, 1974 (Bld. 55 van teks).
- MACRAE, J.C. & AMSTRONG, D.G., 1969. Digestion of some carbohydrate constituents in hay, cereal and hay-cereal ration. 2. Studies on intestinal digestion in sheep. Br. J. Nutr. 23,377.
- MARAIS, MARCELLENE, 1986. Buffers in die diëte van hoogproduserende melkkoeie. Boerdery in Suid-Afrika. Pamflet Dept. Landbou en Watervoorsiening. Melkbeeste C.4. 10/1986.
- MARTZ, F.A., WILLIAMS, L.R., CAMPBELL, J.R., SIKES, J.D. & HILDERBRAND, E.S., 1971. Frequent feeding of a corn silage-urea-concentrate blended ration to lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 54,493.

- MATHER, R.E., 1959. Can dairy cattle be bred for increased forage consumption and efficiency of utilization? Our industry today. J. Dairy Sci. 42,878.
- MATHISON, G.W. & MILLIGAN, L.P., 1971. Nitrogen metabolism in sheep. Br. J. Nutr. 25,351.
- MCCULLOUGH, M.E., 1962. Some factors influencing intake of direct cut silage by dairy cows. J. Dairy Sci. 45,116.
- MCCULLOUGH, M.E., 1976. Optimum feeding of dairy animals. The University of Georgia Press, Athens.
- MCCULLOUGH, M.E., 1979. Make maximum use of rumen fermentation. Hoard's Dairyman 124,1533.
- MCCULLOUGH, M.E., 1985. Needed... a new way to classify feeds. Hoard's Dairyman 130,404.
- MCDONALD, P., EDWARDS, R.A. & GREENHALGH, J.F.D., 1973. Animal Nutrition. 2nd ed. Oliver & Boyd, Edinburgh.
- MEINHOLD, K., ROSEGGER, S., SCHLÜNSEN, D. & WALTER, K., 1979. Significance of varied feeding and more frequent milking and feeding for economics of dairy farming. Dairy Sci Abstr. 38,7105 (Abstr.).
- MEISSNER, H.H., KÖSTER, H., KÖSTER, H.H., KRIEK, A., LINDE, S.J.L., JANSE VAN RENSBURG, A.J. & TAYLOR, W.T., 1988. The effect of NaHCO₃ and fishmeal on maize meal induced suppression of fibre digestion in sheep grazing rye grass. Suid-Afrikaanse Vereniging vir Dierreproduksie. Program en Opsommings. Kongres 27, 28 tot 31 Maart 1988. Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.
- MERTENS, D.R. & LOFTEN, J.R., 1980. The effects of starch on forage fiber digestion kinetics in vitro. J. Dairy Sci. 63,1437.
- METZ, S.C.M. & VAN DEN BERGH, S.G., 1977. Regulation of fat mobilization in adipose tissue of dairy cows in the period around parturition. Neth. J. Agric. Sci. 25,198.
- MILK MARKETING BOARD, 1976. United Kingdom dairy facts and figures.
- MILLER, B.G. & MUNTIFERING, R.B., 1985. Effect of forage: concentrate on kinetics of forage fiber digestion in vivo. Production research papers. J. Dairy Sci. 68,40.
- MINSON, D.J., 1963. The effect of pelleting and wafering on the feeding value of roughage - A review. J. Br. Grassl. Soc. 18,39.

- MINSON, D.J., 1982. Effects of chemical and physical composition of herbage eaten upon intake. In: Nutritional limits to animal production from pastures, p. 167. Ed. J.B. Hacker. Farnham Royal, U.K., Commonwealth Agricultural Bureaux.
- MINSON, D.J. & MILFORD, R., 1967. The voluntary intake and digestibility of diets containing different proportions of legume and mature pangola grass. Aust. J. Exp. Anim. Husb. 7,546.
- MOE, P.W., 1981. Energy metabolism of dairy cattle. J. Dairy Sci. 64,1120.
- MOE, P.W., 1982. Energy utilization in pregnant and lactating ruminants. Discussion session. In: Energy metabolism of farm animals, p. 78. Proc. 9th Symposium, Lillehammer, Norway.
- MOHRMAN, R.K., ALBERT, W.W., NEUMAN, A.L. & MITCHELL, G.E., 1959. The influence of hand-feeding, self-feeding and frequent-interval feeding on performance and behaviour of beef cattle. J. Anim. Sci. 18,1489 (Abstr.).
- MONTGOMERY, M.J. & BAUMGARDT, B.R., 1965. Regulation of food intake in ruminants. 1. Pelleted rations varying in energy concentration. J. Dairy Sci. 48,569.
- MOULD, F.L., ORSKOV, E.R. & MANN, S.O., 1983. Associative effects of mixed feeds. 1. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen pH on cellulolysis in vivo and dry matter digestion of the various roughages. Anim. Feed Sci. Technol. 10,15.
- MURPHY, M.R., BALDWIN, R.L. & ULYATT, M.J., 1986. An update of a dynamic model of ruminant digestion. J. Anim. Sci. 62,1412.
- NAKASHIMA, Y. & KIKUCHI, S., 1975. Effect of frequency of feeding on ruminal pH value, concentration and molar proportion of volatile fatty acids and dry matter digestibility. Jpn. J. Zootech. Sci. 46,469.
- NEILSON, D.R., WHITTEMORE, C.T., LEWIS, M., ALLISON, J.C., ROBERTS, D.J., HODGSON-JONES, L.S., MILLS, J., PARKINSON, H. & PRESCOTT, J.H.D., 1983. Production characteristics of high-yielding dairy cows. Anim. Prod. 36,321.
- NEITZ, M.H., 1974. The influence of feeding various roughage: concentrate ratios on milk production of Friesland cows. D.Sc.-thesis, University of the Orange Free State, Bloemfontein.
- NEITZ, M.H., 1984. How to evaluate feeding systems under zero grazing conditions. Farming in South Africa. Dept. Agric. pamphlet. Dairy Cattle C.4.9/1984.
- NEITZ, M.H., 1987. Voeding en genetica. Melkproduksie, oorerwing en voeding. Melkproducent Augustus, 10.

- NEITZ, M.H. & HARTMAN, C.L., 1974. A technique for the collection of urine from cows. S. Afr. J. Anim. Sci. 4,213.
- NOCEK, J.E. & BRAUND, D.G., 1985. Effect of feeding frequency on diurnal dry matter and water consumption, liquid dilution rate, and milk yield in first lactation. J. Dairy Sci. 68,223.
- NORTON, B.W., 1982. Difference between species in forage quality. In: Nutritional limits to animal production from pastures, p.89. Ed. J.B. Hacker. Farnham Royal, U.K., Commonwealth Agricultural Bureaux.
- OKEKE, G.C., BUCHANAN-SMITH, J.G. & GROVUM, W.L., 1983. Effects of buffers on ruminal rates of passage and degradation of soybean meal in steers. J. Anim. Sci. 56,1393.
- OLDHAM, J.D. & SUTTON, J.D., 1979. Milk composition and the high yielding cow. In: Feeding strategy for the high yielding dairy cow, p.114. Eds. W.H. Broster & H. Swan. Granada Publishers, London.
- ORSKOV, E.R., 1975. Manipulation of rumen fermentation for maximum food utilization. Wld. Rev. Nutr. Diet. 22,152.
- ORSKOV, E.R., 1982 (a). Protein nutrition in ruminants. Academic Press, London.
- ORSKOV, E.R., 1982 (b). Maintenance and growth in ruminants. Discussion session. In: Energy metabolism of farm animals, p.141. Proc. 9th Symposium, Lillehammer, Norway.
- ORSKOV, E.R. & FRASER, C., 1975. The effects of processing of barley-based supplements on rumen pH, rate of digestion and voluntary intake of dried grass in sheep. Br. J. Nutr. 34, 493.
- OWEN, J.B., 1975. Complete diets for dairy cows. In: Simplified feeding for milk and beef, p. 85. U.S. Feed Grains Council and University of Aberdeen Department of animal production.
- OWEN, J.B., 1978. Complete-diet feeding of dairy cows. Studies in the agricultural and food sciences. In: Recent advances in animal nutrition, p.159. Eds. W. Haresign & D. Lewis. Butterworths, London.
- OWEN, J.B., MILLER, E.L. & BRIDGE, P.S., 1968. A study of the voluntary intake of food and water on the lactation performance of cows given diets of varying roughage content ad libitum. J. agric. Sci., Camb. 70,223.

- PALMQUIST, D.L., SMITH, L.M. & RONNING, M., 1964. Effect of time of feeding concentrates and ground, pelleted alfalfa hay on milk fat percentage and fatty acid composition. J. Dairy Sci. 47,516.
- PANT, H.C. & ROY, A., 1971. Effect of frequency of feeding on the rumen microbial activity. Ruminal pH, total volatile fatty acid concentration and molar proportions of individual fatty acids. Indian J. Anim. Sci. 41,232.
- PATTERSON, H.D. & LUCAS, H.L., 1962. Change-over designs. N.Z. Agric. Exp. Sta. Tech. Bull. 147,5.
- PEEL, C.J., FRONK, T.J., BAUMAN, D.E. & GOREWITT, R.C., 1982. Lactation response to exogenous growth hormone and abomasal infusion of a glucose-sodium caseinate mixture in high-yielding dairy cows. J. Nutr. 112,1770.
- PETHICK, D.W., LINDSAY, D.B., BARKER, P.J. & NORTHROP, A.J., 1981. Acetate supply and utilization by the tissues of sheep in vivo. Br. J. Nutr. 46,97.
- PILGRIM, A.F., GRAY, F.U., WELLER, R.A. & BELLING, C.B., 1970. Synthesis of microbial protein from ammonia in the sheep's rumen and the proportion of dietary nitrogen converted into microbial nitrogen. Br. J. Nutr. 24,589.
- POOS, M.I., BULL, L.S. & HEMKEN, R.W., 1979. Supplementation of diets with positive and negative urea fermentation potential using urea of soybean meal. J. Anim. Sci. 49,1417.
- POPJAK, G., FRENCH, T.H. & FOLLEY, S.J., 1951. Utilization of acetate for milk-fat synthesis in the lactating goat. Biochem. J. 48,411.
- POPJAK, G., FRENCH, T.H., HUNTER, G.D. & MARTIN, A.J.P., 1951. Mode of formation of milk fatty acids from acetate in the goat. Biochem. J. 48,612.
- POPPI, D.P., NORTON, B.W., MINSON, D.J. & HENDRICKSEN, R.E., 1980. The validity of the critical size theory for particles leaving the rumen. J. agr. Sci., Camb. 94,275.
- PUTNAM, P.A., GUTIERREZ, J. & DAVIS, R.E., 1961. Effects of frequency of feeding upon rumen volatile acids, protozoal population, and weight gains in Angus heifer calves. J. Dairy Sci. 44,1364.
- RAKES, A.H., HARDISON, W.A., ALBERT, J., MOORE, W.E.C. & GRAF, G.C., 1957. Effect of frequency of feeding on ruminal response, feed digestibility, and rumen activity. J. Dairy Sci. 40,633 (Abstr.).

- RAYMOND, W.F., 1969. The nutritive value of forage crops. Advan. Agron. 21,1.
- REES, P. & ROWLINSON, P., 1985. The effect of a fully-controlled out-of-parlour concentrate dispenser on the production of British friesian dairy cows. Anim. Prod. 41,43.
- REID, C.S.W., ULYATT, M.J. & MUNRO, J.A., 1977. The physical breakdown of feed during digestion in the ruminant. Proc.N.Z. Soc. Anim. Prod. 37,173.
- RHODES, R.W. & WOODS, W., 1962. Influence of frequent feeding on the performance of growing and fattening lambs. J. Anim. Sci. 21,108.
- RICKABY, C.D., 1978. A review of the nutritional aspects of complete diets for dairy cows. MAFF Agric. Devel. Advis. Serv. Quart. Rev. 29,51.
- RICKABY, C.D., 1979. Developments in complete diet feeding of dairy cows. MAFF Agric. Devel. Advis. Serv. Quart. Rev. 34,195.
- RICKABY, C.D., 1980. Complete diet feeding of dairy cows. Agricultural Progress. 55,39.
- ROBERTSON, N.H., 1985. Biologische invloede op die kwaliteit van suiwelproducte. S.-Afr. Tydskr. Veek. 15,116.
- ROBINSON, P.H. & SNIFFEN, C.J., 1985. Forestomach and whole tract digestibility for lactating dairy cows as influenced by feeding frequency. J. Dairy Sci. 68,857.
- ROFFLER, R.E. & THACKER, D.L., 1983. Reducing dietary crude protein from 17 to 15 or 13 percent at five weeks postpartum. American Dairy Science Assosiation program and divisional abstract. Seventy-eighth annual meeting. June 26-29, 1983. University of Wisconsin. Madison, Wisconsin. Supplement 1, J. Dairy Sci. 66,145 (Abstr.).
- ROGERS, J.A., DAVIS, C.L. & CLARK, J.H., 1982. Alteration of rumen fermentation, milk fat synthesis, and nutrient utilization with mineral salts in dairy cows. J. Dairy Sci. 65,577.
- ROHR, K. & DAENICKE, R., 1973. Untersuchungen über den einfluss der fütterungsfrequenz auf die pansenvorgänge, den milchfettgehalt und die futteraufnahme bei milchkühen. Landbauforschung Volkenrode. 23,133.
- RONNING, M. & DOBIE, J.B., 1967. Feeding wafered hay seven times per day compared to complete ad libitum feeding. J. Dairy Sci. 50,391.

- ROTH, F.X. & KIRCHGESSNER, M., 1976. Nährstoffverdaulichkeit und N-Umsatz beim schaf bei unterschiedlicher fütterungs-frequenz mit kraftfutter. Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelkd. 37,322.
- ROUX, P.E., 1981. Die Suiwelbedryf. Nasionale Melkbeesprestasie- en -Nageslagtoetsskema Jaarverslag. Deel 1. Departement van Landbou. Navorsingsinstituut vir Vee- en Suiwelkunde. Republiek van Suid-Afrika. .
- ROY, J.H.B., BALCH, C.C., MILLER, E.L., ORSKOV, E.R. & SMITH, R.H., 1977. Calculations of N-requirement for ruminants from nitrogen metabolism studies. In: Proceedings of the second international symposium on protein metabolism and nutrition, May 2-6, 1977. Flevohof, The Netherlands. EAAP publication No. 22. PUDOC, Wageningen.
- RUSSELL, J.B. & HESPELL, R.B., 1981. Microbial rumen fermentation. J. Dairy Sci. 64,1153.
- SATTER, L.D. & BAUMGARDT, B.R., 1962. Changes in digestive physiology of the bovine associated with various feeding frequencies. J. Anim. Sci. 21,897.
- SATTER, L.D. & ROFLER, R.E., 1975. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. J. Dairy Sci. 58,1219.
- SATTER, L.D. & SLYTER, L.L., 1974. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. Br. J. Nutr. 32,199.
- SAWERS, D.W., 1977. Complete feeding for dairy cattle. LCP information unit. MMB Report No. 9.
- SCHAEFER, D.M., DAVIS, C.L. & BRYANT, M.P., 1980. Ammonia saturation constants for predominant species of rumen bacteria. J. Dairy Sci. 63,1248.
- SHRIVER, B.J., HOOVER, W.H., SARGENT, J.P., CRAWFORD, R.C. & THAYNE, W.V., 1986. Fermentation of high concentrate diet as affected by ruminal pH and digesta flow. J. Dairy Sci. 69,413.
- SIEGEL, S., 1956. Non-parametric statistics for behavioral sciences. McGraw Hill Book Co., New York.
- SMITH, R.D., HANSEL, W. & COPPOCK, C.E., 1976. Plasma growth hormone and insulien during early lactation in cows fed silage based diets. J. Dairy Sci. 59,248.
- STANLEY, R.W. & MORITA, K., 1967. Effect of frequency and method of feeding on performance of lactating dairy cattle. J. Dairy Sci. 50,585.

- STERN, M.D., HOOVER, W.H., SNIFFEN, C.J., CROOKER, B.A. & KNOWLTON, P.H., 1978. Effects of nonstructural carbohydrate, urea and soluble protein levels on microbial protein contents. J. Anim. Sci. 47,944.
- SUIWELNUUS, 1987. Suid-Afrikaanse Landbou-Unie. No.2/Julie 1987.
- SUTTON, J.D., 1985. Digestion and absorption of energy substrates in the lactating cow. Symposium: Energy nutrition and metabolism of the lactating cow. J. Dairy Sci. 68,3376.
- SUTTON, J.D., BROSTER, W.H., HART, I.C., NAPPER, D.J., DAVIES, E.G. & WILLIS, J.H., 1979. Dietary factors affecting digestion and utilization of energy for milk production; milk composition. Feeding frequency for milking cows. National Institute for Research in Dairying Report, 1979, p.60.
- SUTTON, J.D., BROSTER, W.H., NAPPER, D.J. & SIVITER, J.W., 1985. Feeding frequency for lactating cows: effects on digestion, milk production and energy utilization. Br. J. Nutr. 53,117.
- SUTTON, J.D., BROSTER, W.H., SIVITER, J.W. & SMITH, T., 1978. Feeding frequency for milking cows. National Institute for Research in Dairying Report 1977 - 78,76.
- SWAN, H., 1979. Physiology of lactation and reproduction. In: Feeding strategy for the high yielding dairy cow, p.49. Eds. W.H. Broster & H. Swan. Granada Publishers, London.
- SWART, J.N., 1987. Die aanwending van ammoniumasetaat in herkouervoeding. Ph.D. thesis. Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.
- TARTTELIN, M.F., 1968. Cyclical variation in food and water intakes in ewes. J. Physiol. 195,29.
- TERRY, R.A., TILLEY, J.M.A. & OUTEN, G.E., 1969. Effect of pH on cellulose digestion under in vitro conditions. J. Sci. Fd. Agric. 20,317.
- THERON, P.J., 1986. Die Suid-Afrikaanse suiwelbedryf. Referaat gelewer op 14/8/1986 tydens CAPEX IN FOOD. Suid-Afrikaanse Suivelstigting, Pretoria.
- THOMAS, P.C. & KELLY, M.E., 1976. The effect of frequency of feeding on milk secretion in the Ayrshire cow. J. Dairy Res. 43,1.
- THOMAS, P.C. & ROOK, J.A.F., 1977. Manipulation of rumen fermentation. Studies in the agricultural and food sciences. In: Recent advances in animal nutrition, p. 83. Eds. W. Haresign & D. Levis. Butterworths, London.

THOMPSON, F., 1973. The effect of frequency of feeding on the flow and composition of duodenal digesta in sheep given straw-based diets. Br. J. Nutr. 30,87.

THORNTON, R.F. & MINSON, D.J., 1972. The relationship between voluntary intake and mean apparent retention time in the rumen. Aust. J. Agric. Res. 23,871.

THORNTON, R.F. & MINSON, D.J., 1973. The relationship between apparent retention time in the rumen, voluntary intake and apparent digestibility of legumes and grass diets in sheep. Aust. J. Agric. Res. 24,889.

TILLMAN, A.D. & SIDHU, K.S., 1969. Nitrogen metabolism in ruminants: Rate of ruminal ammonia production and nitrogen utilization by ruminants - a review. J. Anim. Sci. 28,689.

TRIGG, T.E. & PARR, C.W., 1981. Aspects of energy metabolism of Jersey cows differing in breeding index. Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod. 41,44.

TURNER, A.W. & HODGETTS, V.E., 1955. Buffer systems in the rumen of the sheep. II. Buffering properties in relation to composition. Aust. J. Agric. Res. 6,124.

TYRRELL, H.F., 1980. Limits to milk production efficiency by the dairy cow. J. Anim. Sci. 51,1441.

TYRRELL, H.F. & MOE, P.W., 1974. Net energy value of a corn and a barley ration for lactation. J. Dairy Sci. 57,451.

TYRRELL, H.F. & MOE, P.W., 1975. Effect of intake on digestive efficiency. J. Dairy Sci. 58,1151.

TYRRELL, H.F. & REID, J.T., 1965. Prediction of the energy value of cow's milk. J. Dairy Sci. 48,1215.

ULYATT, M.J., BALDWIN, R.L. & KOONG, L.J., 1976. The basis of nutritive value - a modelling approach. Proc. N.Z. Soc. Anim. Prod. 37,140.

ULYATT, M.J., BLAXTER, K.L. & McDONALD, I., 1967. The relation between the apparent digestibility of roughages in the rumen and lower gut of sheep, the volume of fluid in the rumen and voluntary feed intake. Anim. Prod. 9,463.

ULYATT, M.J., WHITELOW, F.G. & WATSON, F.G., 1970. Effect of diet on glucose entry rates in sheep. J. agric. Sci., Camb. 75,565.

VAN ARK, H., 1981. Eenvoudige biometriese tegnieke en proefontwerpe met spesiale verwysing na entomologiese navorsing. Wetenskaplike pamflet No. 396. Departement Landbou en Visserye. Republiek van Suid-Afrika.

- VAN DER MERWE, F.J., 1977. Dierevoeding. Tweede druk, hersiene uitgawe. Kosmos-uitgewery, Stellenbosch.
- VAN DER WALT, J.G., 1978. Volatile fatty acid metabolism in sheep. 3. Diurnal variation in the contribution of ruminal propionic acid production to the whole body glucose turnover of Merino sheep fed lucern hay twice daily. Onderstepoort J. vet. Res. 45,125.
- VAN DER WALT, J.G., 1984. Metabolic interactions of lipogenic precursors in the ruminant. In: Herbivore nutrition in the subtropics and tropics, p. 571. Eds. F.M.C. Gilchrist & R.I. Mackie. The Science Press, Craighall, South Africa.
- VAN DER WALT, J.G. & BRIEL, B.J., 1976. Volatile fatty acid metabolism in sheep. 1. Average daily volatile fatty acid production in the rumen of sheep fed lusern hay. Onderstepoort J. vet. Res. 43,11.
- VAN ES, A.J.H. & VAN DER HONING, Y., 1979. Energy utilization. In: Feeding strategy for the high yielding dairy cow, p. 68. Eds. W.H. Broster & H. Swan. Granada Publishers, London.
- VAN SOEST, P.J., 1983. Nutrition ecology of the ruminant. Second printing. O & E Books Inc., Corvallis, Oregon.
- VAN SOEST, P.J., MERTENS, D.R. & DEINUM, B., 1978. Preharvest factors influencing quality of conserved forage. J. Anim. Sci. 47,712.
- VAN SOEST, P.J. & WINE, R.H., 1967. Use of detergents in the analysis of fibrous feeds. IV. Determination of plant cell-wall constituents. J.A.O.A.C. 50,50.
- VERNON, R.G., CLEGG, R.A. & FLINT, D.J., 1981. Metabolism of sheep adipose tissue during pregnancy and lactation. Biochem. J. 200,307.
- WALDO, D.R., 1986. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. Symposium: Forage utilization by the lactating cow. J. Dairy Sci. 69,617.
- WALDO, D.R. & SMITH, L.W., 1972. Model of cellulose disappearance from the rumen. J. Dairy Sci. 55,125.
- WANGSNESS, P.J. & MULLER, L.D., 1981. Maximum forage for dairy cows: Review. J. Dairy Sci. 64,1.
- WARD, G. & NOMANI, M.Z.A., 1967. Frequency of feeding alfalfa as a protein supplement. J. Dairy Sci. 50,1509.

- WATSON, M.J., SAVAGE, G.P., BROWN, I. & ARMSTRONG, D.G., 1972. Sites of disappearance of apparently digestible cellulose and apparently digestible alpha-linked glucose polymers in the digestive tract of a cow receiving dried grass-concentrate diets. Proc. Nutr. Soc. 31,99A.
- WEAKLY, D.C., STERN, M.D. & SATTER, L.D., 1983. Factors affecting disappearance of feedstuffs from bags suspended in the rumen, J. Anim. Sci. 56,493.
- WELCH, J.G., 1967. Appetite control in sheep by indigestible fibers. J. Anim. Sci. 26,849.
- WESTON, R.H., 1966. Factors limiting the intake of feed by sheep. 1. The significance of palatability, the capacity of the alimentary tract to handle digesta, and the supply of glucogenic substrate. Aust. J. Agric. Res. 17,939.
- WESTON, R.H., 1982. Animal factors affecting feed intake. In: Nutritional limits to animal production from pastures, p. 183. Ed. J.B. Hacker. Farnham Royal, U.K. Commonwealth Agricultural Bureaux.
- WHEELER, W.E., 1980. Gastrointestinal tract pH environment and the influence of buffering materials on the performance of ruminants. J. Anim. Sci. 51,224.
- WHITTEMORE, I.C., 1980. Lactation of the dairy cow. Longman Handbooks in Agriculture. Longman Inc., New York, U.S.A.
- WILKE, P.I., 1979. Chemiese behandeling van hoogs gelignifiseerde plantmateriaal ter verhoging van ruminale verteerbaarheid. Ph.D. (Agric.)-thesis, Universiteit van die Oranje-Vrystaat, Bloemfontein.
- WILSON, J.R., 1982. Environmental and nutritional factors affecting herbage quality. In: Nutritional limits to animal production from pastures, p.111. Ed. J.B. Hacker. Farnham Royal, U.K. Commonwealth Agricultural Bureaux.
- WOODFORD, J.A., JORGENSEN, N.A. & BARRINGTON, G.P., 1986. Impact of dietary fiber and physical form on performance of lactating dairy cows. J. Dairy Sci. 69,1035.
- YOUKET, R.J., CARNEVALE, J.M., HOUPPT, K.A. & HOUPPT, T.R., 1985. Humoral, hormonal and behavioral correlates of feeding in ponies: The effect of meal frequency. J. Anim. Sci. 61,1103.
- ZINN, R.A. & OWENS, F.N., 1983. Influence of feed intake level on site of digestion in steers fed a high concentrate diet. J. Anim. Sci. 56,471.