

Forskellige kulhydraters indflydelse på udnyttelsen af urea til malkekøer

*The influence of different carbohydrate
sources on the utilization of urea nitrogen
by lactating dairy cows*

With English subtitles

Af

Peter Detlef Møller



I kommission hos Landhusholdningsselskabets forlag,
Rolighedsvej 26, 1958 København V.

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri
1973

Denne afhandling er af Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskoles fagråd for landbrugsvidenskab antaget til offentligt at forsvares for den jordbrugsvidenskabelige doktorgrad.

København, den 10. maj 1973.

J. Wismer-Pedersen

Formand for fagrådet for landbrugsvidenskab

FORORD

Den foreliggende afhandling er et led i forfatterens undersøgelser over anvendelse af urea som erstatning for protein i malkekøernes foder.

Undersøgelserne over det foreliggende materiale i forsøg 1 er i 1965/66 udført under et gæsteophold ved Max-Planck-Institut für Tierzucht und Tiernährung, Mariensee/Trent-horst og delvis offentliggjort i en disputats til erhvervelse af doktorgraden ved Georg-August Universität i Göttingen. Resultaterne i forsøg 2 og 3 er indhentet ved Land-økonomisk Forsøgslaboratoriums afdeling for forsøg med kvæg i perioden 1968-70.

For de velvilligst tilrådighed stillede forsøgsfaciliteter, for den levende interesse for de gennemførte undersøgelser samt for det tildelte forskningsstipendium fra Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften e.v., beder jeg direktøren for Max-Planck-Institut, professor dr. rer. pol., dr. h.c. M. Witt modtage min særlige tak. Yderligere takker jeg afdelingsleder, privat docent, dr. sc. agr. F.E. Farries for det gode samarbejde og den store støtte, som også gennem afdelingens medarbejdere blev mig til del ved undersøgelseernes gennemførelse.

Forstander, professor, dr. med. vet. A. Neimann-Sørensen, Landøkonomisk Forsøgslaboratoriums afdeling for forsøg med kvæg, beder jeg modtage min hjerteligste tak for den ud-

viste velvilje og store interesse for de foretagne undersøgelser samt for de fortrinlige forsøgsmuligheder ved afdelingen til arbejdets gennemførelse.

Det omfangsrige kemiske analysearbejde i forbindelse med forsøgene 2 og 3 blev gennemført ved afdelingen for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi. For den udviste interesse og de velvilligst tilrådighed stillede lokaler beder jeg afdelingens forstander, professor P.E. Jakobsen modtage min bedste tak. I denne forbindelse er det mig naturligt også at takke professor Jakobsens medarbejdere.

For den imødekommende og velvillige gennemførelse af thyroxinanalyserne i blodplasmaet takker jeg professor, dr. K. Lörcher, Institut für Tierzucht und Tiernährung der Freien Universität Berlin.

Dernæst ønsker jeg at takke mine tidligere og nuværende medarbejdere, videnskabelig assistent, cand. agro. C.M. Valeur samt forsøgsassistenterne fru B. Larsen, A. Birk Jensen og B. Johannsen for den ansvarsfulde pasning af dyrene under forsøgsdataernes indsamling, for den uvurderlige indsats under materialets videre behandling samt for den store hjælp ved korrekturlæsningen.

Udarbejdelsen af den statistiske model til variansanalysen samt talmaterialets kørsel på EDB-anlægget med LSMLGP programmet blev gennemført af lektor lic. agro. P.H. Petersen. Desuden har cand. agro. G. Jensen været behjælpelig ved talmaterialets systemplanlægning og hulning samt ved kørsel af multiple regressionsanalyser. For ydet hjælp og vejledning ved den statistiske analyse bedes begge modtage min bedste tak.

Forsøgsleder, lic. agro. V. C. Mason bedes modtage en hjertelig tak for værdifuld hjælp ved gennemsyn af den engelske tekst samt for talrige interessante diskussioner. Faglige diskussioner har også været ført med forsøgsleder, lic. agro. G. Thorbek og videnskabelig assistent, cand. agro. L. Neergaard, som herved begge takkes for den udviste interesse.

Yderligere takkes afdelingsleder, dr. E.R. Ørskov, The Rowett Research Institute, Aberdeen, for værdifulde samtaler og vejledning vedrørende problemer i dette arbejde. Fru B. Schmidt og fru B. Larsen takkes for renskrivningen af afhandlingen.

Undersøgelserne er bl.a. gennemført for økonomisk støtte af Statens jordbrugs- og veterinærvidenskabelige Forskningsråd til aflønning af en forsøgsassistent i ét år samt til aflønning af videnskabelig medhjælp i perioden 1/11 1969-15/8 1971, hvorfor jeg herved udtrykker min bedste tak.

På grund af talmaterialets omfang er enkelt-værdierne ikke medtaget i afhandlingens tabeller; men materialet er tilgængeligt i et appendixhæfte samt på EDB-kort og udskrifter på Landøkonomisk Forsøgslaboratorium.

København, oktober 1972.

Peter Detlef Møller.

INDHOLDSFORTEGNELSE

Side

KAPITEL 1

Indledning	1
Indledende bemærkninger over faktorer der har indflydelse på anvendelsen af urea i malkekøernes ernæring	2
Bakteriernes betydning i kvælstofomsætningen	2
Mikroorganismernes kvantitative proteinsyntese i vommen	6
Forskellige metoder til behandling af protein og urea mod mikrobiel nedbrydning	8
Protein	11
Aminosyrer	12
Mineralstoffer	16
Kulhydrater og energi	17
Urinstoffets toksicitet	18
Ureamængder til malkekøer	19

KAPITEL 2

Egne undersøgelser over kvælstofomsætningen hos malkekøer	31
Formål	31
Forsøgsmetodik	32
Forsøgsplan	32
Forsøgsdyr	34
Dyrenes fodring	34
Opsamling og opbevaring af gødning, urin og mælk	40
Kemiske analyser	41
Statistiske analyser	42

KAPITEL 3

Forsøgsresultater	44
Køernes vægt	44

	Side
Køernes mælkeydelse	44
Urinstofkoncentrationen i mælken	49
Optagelsen og fordøjelsen af næringsstoffer	51
KAPITEL 4	
Næringsstofferne fordøjelighed	66
KAPITEL 5	
Kvælstofomsætningen	84
Udskillelse af kvælstof i gødning og urin	91
KAPITEL 6	
Kvælstofudnyttelsen	97
KAPITEL 7	
NH ₃ -koncentrationen i vomvæsken og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet	111
Blodplasmaets kvantitative urinstofindhold	118
Sammenhængen mellem NH ₃ -koncentrationen i vomvæsken og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet	120
Sammenhængen mellem NH ₃ -koncentrationen i vomvæsken, urinstofkoncentrationen i blodplasmaet og forskellige parametre i kvælstofomsætningen	125
Sammenhængen mellem NH ₃ -koncentrationen i vomvæsken samt urinstofkoncentrationen i blodplasmaet og kvælstofoptagelsen	129
Sammenhængen mellem urinstofkoncentrationen i blodplasmaet og kvælstofudskillelsen i urinen	131
Thyroxinkoncentrationen i blodplasmaet	134
KAPITEL 8	
pH-målinger i vomvæsken	138

KAPITEL 9

	Side
Koncentrationen af flygtige fedtsyrer i vomvasken	143
Beregninger over produktionen af flygtige fedtsyrer	156
Diskussion og konklusion	161
Sammendrag	175
Summary	181
Zusammenfassung	187
Litteraturliste	193

KAPITEL 1

Indledning

Undersøgelser af Weiske (1879) samt Hagemann (1891) og Zuntz (1891) viste, at mikroorganismene i vommen hos drøvtyggere kunne udnytte ikke proteinaftige kvælstofforbindelser (NPN) ved nedbrydningen af celluloseholdige fodermidler. Fortsat forskning på dette område har vist, at mikroorganismene har en afgørende betydning for næringsstofomsætningen i vommen. Dette medfører, at optimale gæringsbetingelser for mikroorganismerne i vommen forøger udnyttelsen af det tilførte foder. Foderets kulhydratforbindelser som stivelse, cellulose, pektin samt andre organiske forbindelser nedbrydes i vommen, hovedsagelig til flygtige fedtsyrer, hvoraf eddike-, propion- og smørsyre er de vigtigste. Gennem mikroorganismernes aktivitet foregår der ligeledes en omfattende forandring af foderets kvælstofholdige forbindelser i vommen. En del af det tilførte protein nedbrydes til aminosyrer og ammoniak, som udnyttes i den mikrobielle proteinsyntese. I denne sammenhæng kan vombakterierne til syntese af bakterieprotein blandt andre NPN forbindelser også udnytte urinstof (urea), som er den hyppigst anvendte NPN forbindelse til drøvtyggere. Da urinstof internationalt betegnes som urea, vil denne betegnelse blive benyttet i det følgende.

Mikroorganismene, som indeholder mellem 40-70% råprotein i tørstoffet, (McNaught et al. 1954, Weller 1957), passerer fra vommen til løben og tyndtarmsafsnittet, hvor de nedbrydes, og de fordøjelige næringsstoffer som f.eks. aminosyrer absorberes og udnyttes som hos én-mavede dyr.

Med hensyn til drøvtyggernes kvælstofomsætning har der ikke hersket entydige opfattelser angående udnyttelsen af NPN-forbindelser. Dette fremgår bl.a. af de mange modstridende resultater, der ifølge litteraturen er opnået ved anvendelse af urea som kvælstofkilde. Årsagen hertil kan hovedsagelig føres tilbage til ugunstige gæringsbetingelser i vommen til opnåelse af en optimal ureaudnyttelse.

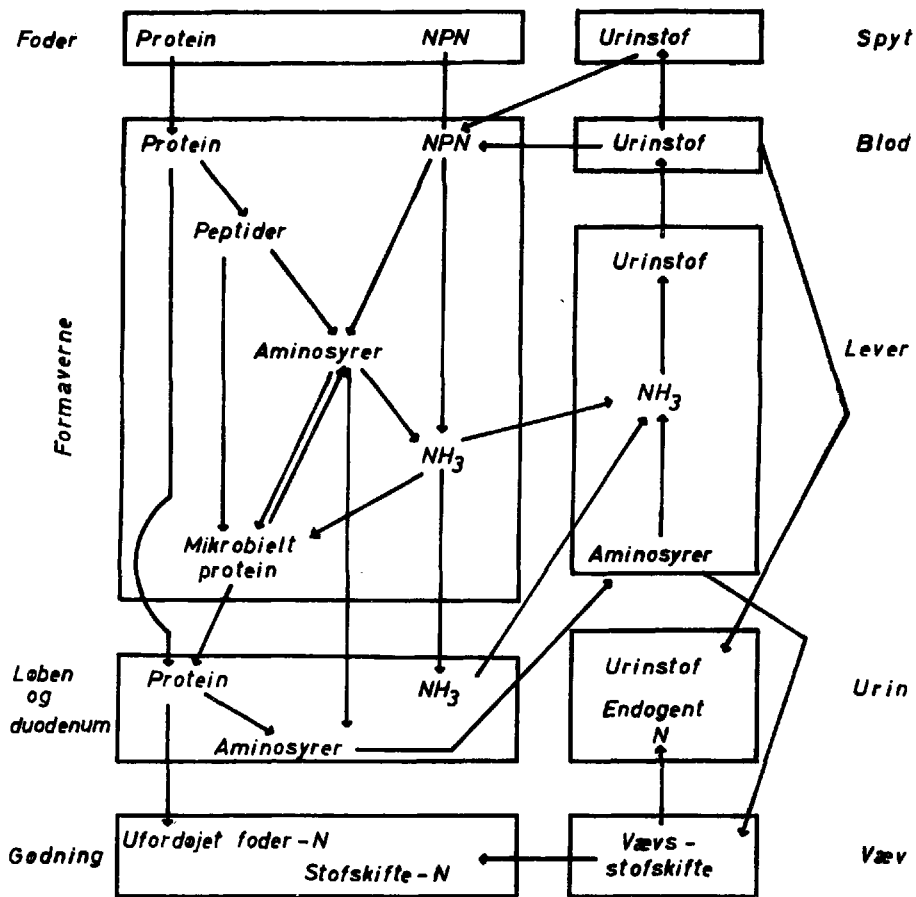
Undersøgelserne, der skal omtales i det følgende, skal bl.a. yde et bidrag til belysning af nogle af de faktorer, der øver indflydelse på den mikrobielle proteinsyntese ved anvendelse af urea som N-kilde til malkekøer.

Indledende bemærkninger over faktorer der har indflydelse på anvendelsen af urea i malkekøernes ernæring.

De indledende bemærkninger vedrørende udnyttelsen af NPN-forbindelser hos malkekøer skal af hensyn til det i litteraturen foreliggende omfangsrige undersøgelsesmateriale for drøvtyggere i almindelighed indskrænkes til en behandling af de vigtigste resultater med relation til de her gennemførte undersøgelser. Den følgende behandling af litteraturen er delvis en fortsættelse og uddybning af litteraturoversigten af Møller (1968a) over anvendelse af NPN-forbindelser i drøvtyggernes ernæring. Desuden foreligger omfattende litteraturoversigter over ældre og nyere undersøgelser vedrørende dette emne af Krebs (1937) samt af Reid (1953), Loosli og McDonald (1967), Schmanenkow (1960), Briggs (1967), Chalupa (1968) samt Helmer og Bartley (1971). Det bør dog nævnes, at der er opnået betydelige fremskridt med hensyn til ureaudnyttelsen i den mikrobielle proteinsyntese siden publiceringen af de første litteraturoversigter.

Bakteriernes betydning i kvælstofomsætningen.

Proteinomsætningen hos drøvtyggere er som vist i figur 1 karakteriseret ved en delvis nedbrydning af foderprotein og efterfølgende syntese af mikrobielt protein.



Figur 1 Kvalstofomsætningen hos drøvtyggere (Modificeret efter Annison og Lewis 1962).

Figure 1 Nitrogen metabolism in the ruminant (Modified after Annison and Lewis 1962).

Vombakterierne nedbryder proteinet til aminosyrer og videre til ammoniak og flygtige fedtsyrer. Det dannede NH_3 assimileres af vombakterierne til syntese af mikrobielt protein (Pearson og Smith 1943). Proteinet der findes i abomasum er overvejende af mikrobiel oprindelse (Hungate 1966). Proteinindbrydningen i vommen kan variere betydeligt og er afhængig af proteinets oprindelse og karakteristiske struktur. McDonald (1952) fandt således, at kasein og gelatine meget hurtigt blev nedbrudt i vommen, medens kun 40% af zein blev angrebet af vombakterierne. Weller et al. (1962) antog, at op til 80% af foderproteinet blev indlejret i mikrobielle celler. Varmebehandling har også nedsat proteinets opløselighed, hvorved der er opnået en lavere NH_3 -koncentration i vommen og en bedre kvælstofaflejring (Chalmers et al. 1954, Whitelaw et al. 1961). Efter mikroorganismernes passage fra vommen til det øvrige fordøjelsessystem nedbrydes bakterieproteinet og udnyttes af drøvtyggerne i lighed med planteprotein til syntese af animalsk protein. Det er fundet, at bakterieprotein har en høj fordøjelighed og biologisk værdi. Således fandt Abdo et al. (1964) en sand fordøjelighed mellem 74 til 80% og McNaught et al. (1950, 1954) fandt i undersøgelser med énnavede dyr en BV mellem 81-88%. Mason og Palmer (1971) viste med rotter en sand fordøjelighed for mikrobielt kvælstof på ca. 80%, og at ca. 57% mikrobielt N kunne udnyttes af dyret. Den biologiske værdi blev i dette forsøg bestemt til ca. 70%. Undersøgelser af Philipson et al. (1959) har vist, at bakterierne til deres vækst kan udnytte NH_3 fra NPN forbindelser som f.eks. urea og ammoniumsalte i samme udstrækning som NH_3 fra naturligt protein. Gennem påvirkning af bakterieenzymet urease spaltes urea i vommen til NH_3 og CO_2 (Pearson og Smith 1943). Ammoniakken bliver afhængigt af energiindholdet i foderrationen og optimale fermentationsbetingelser især udnyttet i forskellig omfang af bakterierne i biosyntesen af aminosyrer. Selv om alle enkeltheder endnu ikke er klarlagt, har flere undersøgelser vist, at NH_3 er essentiel ved vommikroorganismernes proteinsyntese. Nolan og Leng (1972) beregnede, at omtrent 80% af kvælstoffet i mikrobielle celler stammede fra ammoniak.

Hersberger et al. (1959) fandt, at vommikroorganismene udnyttede den frie NH_3 , medens Bryant og Robinson (1962) fandt, at 80% af de isolerede vombakterier kunne udnytte NH_4^+ . Yderligere har Bryant (1963) og Hungate (1966) vist, at NH_3 er et essentielt næringsstof for væksten af flere arter mikroorganismer. NH_3 er også et vigtigt næringsstof for de arter af mikroorganismer, der nedbryder stivelses- og celluloseforbindelser (Belasco 1954, Chalupa et al. 1963, Acord et al. 1966). Endvidere begunstiges proteinsyntesen i vommen, når pH ligger under neutralpunktet, medens nedbrydningen af foderprotein gennem vombakterier øges, når pH i vommen er over 7,0 (Pearson og Smith 1943). Under pH 3 eller over pH 9,5 er aktiviteten yderst minimal.

I undersøgelser over bakteriernes udnyttelse af urea fandt Ulbrich og Scholz (1966) ved benyttelse af ^{15}N -urea, at dette hurtigt blev indlejret i bakterierne med maksimalværdier omkring 2 timer efter fodringen. Efter 5 dage var der indtrådt en stationær fase og urea-N, hvoraf der blev givet omkring 17-18% af total-N i foderet, udgjorde ca. 16% af bakteriekvælstoffet.

Det NH_3 , der ikke assimileres af mikroorganismene, diffunderer gennem vomvæggen og føres til leveren, hvor det igen opbygges til urinstof (fig. 1). Fra leveren kan urinstof føres tilbage gennem vomvæggen. Efter undersøgelser af Houpt (1959) og Juhasz (1965) foregår den væsentligste tilbagediffusion gennem vomepitelet. Houpt (1959) fandt, at 52% af det applicerede urea ikke kunne genfindes i urin og kropsvæske og derfor måtte antages at være udnyttet af vombakterierne. Forsøg af Cocimano og Leng (1967) med får har vist, at ca. 75-95% af det urinstof, der dannes i leveren, kan føres tilbage til vommen. Nolan og Leng (1972) viste med ^{15}N -urea, at kun 12% af ammoniakken i vommen hos får stammede fra urinstof i plasma, medens 40-50% af plasma urinstof derimod hidrørte fra NH_3 i vommen. Den største recykling af NH_3 til vommens NH_3 -pool skete derimod på grund af anabole og katabole processer i selve vommen.

Senere teoretiske overvejelser peger i retning af, at NH_3 der absorberes kan udnyttes ad andre veje end den direkte omdannelse til urinstof i leveren. En fremherskende teori er, at NH_3 fikseres til glutaminsyre i vomepitelet, og at dyret herigenem er i stand til at regulere blodurinstofkoncentrationen og reducere den toksiske effekt ved en høj NH_3 -koncentration i vommen (Mathison og Milligan 1971). Efter glutaminsyren er omdannet til glutamin, cirkulerer en del heraf videre gennem blodbanerne.

Mikroorganismernes kvantitative proteinsyntese i vommen

I flere undersøgelser har man på forskellig vis forsøgt at bestemme den mikrobielle proteinsyntese i vommen kvantitativt. Hungate (1966) beregnede den mikrobielle proteinsyntese på grundlag af den energimængde der forgæres i vommen og fandt frem til værdier svarende til 6,5% af det forgærbare næringssubstrat eller 0,9-1,6 g N pr. 100 g forgæret kulhydrat. Desuden anfører Hungate (1966), at den mikrobielle proteinsyntese begrænses af de termodynamiske faktorer under anaerobiotiske forhold i vommen, hvilket medfører, at kun en begrænset mængde energi under disse forhold kan udnyttes til celledannelse.

Conrad et al. (1967) benyttede metioninsyntesen i vommen som et mål for den mikrobielle proteinproduktion og fandt, at der blev dannet 63 g mikrobielt protein pr. kg optaget tørstof. Hume et al. (1970) samt Hume (1970a og 1970b) fandt med en syntetisk foderration og urea som eneste N-kilde til får, at proteinproduktionen steg fra 32,5 g til 50,0 g pr. dag, når kvælstofoptagelsen steg fra henholdsvis 2 g til 9 g N pr. dag. Dette svarede til en proteinmængde på henholdsvis 9,1 g og 12,8 g pr. 100 g organisk stof fordøjet i vommen. En foregelse af den daglige kvælstofoptagelse til 16 g N pr. dag kunne ikke yderligere øge proteinsyntesen. Derimod kunne opnås en stigning i proteinsyntesen gennem et tilskud af forgrenede flygtige fedtsyrer.

Mikroorganismernes evne til at hydrolysere eller syntetisere protein i vommen er også fundet gennem undersøgelser af Hogan og Weston (1967), der påpegede at proteinpassagen fra vommen kan være større eller mindre end proteinoptagelsen med foderet. Med to foderrationer til får, hvoraf der henholdsvis blev optaget 31,8 og 5,5 g N med foderet, passerede der henholdsvis 8,8 og 8,1 g protein-N til tyndtarmen, hvoraf henholdsvis 6,8 og 6,2 g N blev fordøjet. I dette forsøg blev der syntetiseret ca. 15 g mikrobielt protein pr. 100 g organisk stof forgæret i vommen. Ligeledes fandt Ørskov et al. (1971a, b), at proteinpassagen til løben hos får var større end proteinoptagelsen, når der blev tilført lave proteinmængder. Derimod fandtes i modsætning til Hogan og Weston (1967) en stigende proteinpassage til tyndtarmen med stigende proteinoptagelse. Passagen af protein fra vommen til løben steg fra 21-43 g og fra 30-37 g pr. 100 g stivelse forgæret i vommen med henholdsvis stigende mængder sojaskrå og fiskemel som proteinkilde. Med stigende mængder urea-N fra 21-60% af total-N i rationen var stigningen i proteinpassagen fra vommen til løben fra 20-22 g pr. 100 g forgæret kulhydrat derimod ikke signifikant. Med voksende lam, der fik fra 19-39% urea-N af total-N, kunne Ørskov et al. (1972) ikke øge proteinpassagen fra vommen til løben over 25 g/100 g forgæret kulhydrat, når ureamængderne oversteg 19% urea-N af total-N. Ligeledes kunne produktionen af bakterieprotein i vommen ikke øges over 16,3 g/100 g forgæret organisk stof, når urea-N oversteg 19% af total-N. Forsøg af Mathison og Milligan (1971) med $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$ viste, at der dannedes mellem 1,7-2,6 g mikrobielt N/100 g tørstof forgæret i vommen. Mason (1971b) fandt også, at der kunne dannes mellem 2,0-2,4 g mikrobielt N pr. 100 g organisk stof, der forgæredes i vommen. Tilsvarende forhold i relation til dyrets proteinbehov er beskrevet af Ørskov (1970), der anfører, at vommens mikroorganismer kun er i stand til at producere protein til dækning af behovet i visse faser af dyrets produktionscyklus, som f.eks. senere vækst og lav mælkeproduktion, medens proteinbehovet i den første del af vækstperioden, sidste fase af drægtighedsperioden og ved høj mælkeydelse ikke kan dækkes gennem mikrobielt protein. Det anførtes, at forholdet mellem protein og energi til optimal cellevækst er nogenlunde konstant, og at den mikrobielle proteinsyntese fra

NPN-forbindelser pr. enhed fordøjeligt energi ligeledes er temmelig konstant, svarende til en kvælstofaflejrings på 0,7 g N pr. 100 g fordøjet tørstof.

I de nævnte undersøgelser har der været benyttet forskellige fodermidler varierende fra rene næringsstoffer plus urea som eneste N-kilde til naturligt grovfoder og sojaskrå eller fiskemel som proteinkilde. Undersøgelserne viser dog, at der kan dannes mellem ca. 1,5-3,7 g mikrobielt kvælstof pr. 100 g organisk stof, der forgæres i vommen og dermed beror på den fordøjelige energimængde, der er til rådighed for den mikrobielle vækst. Gennem undersøgelserne er desuden kommet til udtryk, at proteinnedbrydningen i vommen kan betyde et væsentligt tab for dyret. Allerede Chalmers et al. (1954) viste en bedre udnyttelse af kasein, når det blev tilført dyret i tyndtarmen end i vommen.

Forskellige metoder til behandling af protein og urea mod mikrobiel nedbrydning

På grund af ovennævnte forhold vedrørende proteinnedbrydningen i vommen, blev der iværksat undersøgelser til beskyttelse af protein mod den mikrobielle nedbrydning for herigennem at øge proteinudnyttelsen. Særligt har en behandling af protein med formalin været anvendt. Formalin danner syre-reversible forbindelser med proteinets amino- og amidgrupper. Derved bliver proteinet uopløseligt ved pH 5,5-6,5 i vommen, men opløseligt ved pH 2-3 i løben.

Ferguson et al. (1967) fandt en stigning i uldproduktionen på 70% med formalinbehandlet kasein i forhold til ubehandlet kasein hos får. Ligeledes fandt Mac Rae et al. (1972) en stigning i N-aflejringsen hos får fra 24,6 til 29,9% gennem en formalinbehandling af kasein.

Ligeledes har man gennem varmebehandling af protein kunnet opnå en nedsættelse af den mikrobielle nedbrydning, idet proteinet derved bliver tungere opløseligt. Således fandt Chalmers et al. (1954), at varmebehandlet kasein sænkede NH_3 -koncentrationen i vommen og øgede N-aflejringsen hos får. Whitelaw et al. (1961) fandt også, at varmebehandling af jordnødkager, hvorved der

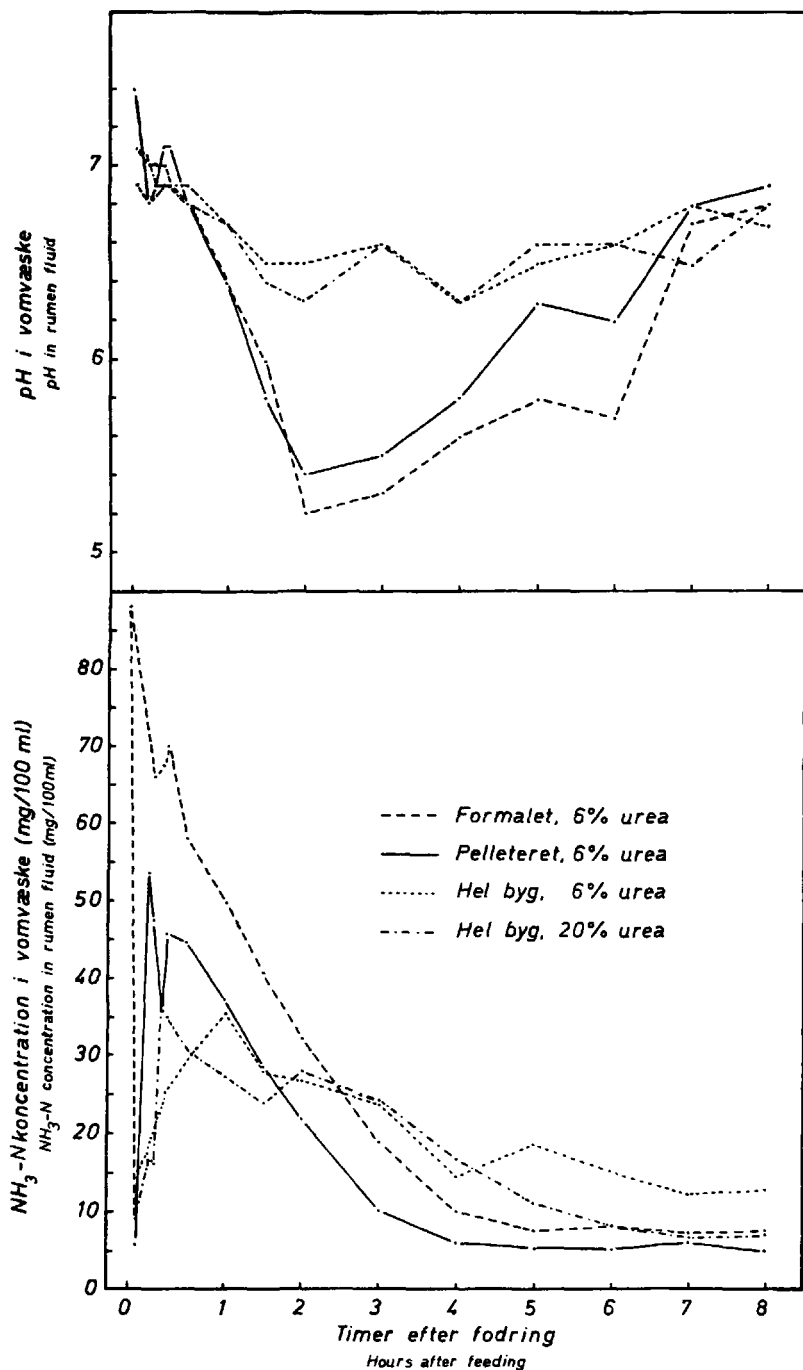
opnås en nedsat opløselighed, bevirkede en reduktion af N-udskillelsen i urinen hos kalve.

Problemet ved en behandling af foderprotein består imidlertid i opnåelse af utilgængelighed over for mikroorganismerne i vommen og samtidig sikre en fuldstændig hydrolyse gennem enzymer i dyrets løbe- og tyndtarmsafsnit.

Den naturligste beskyttelse af protein mod mikrobiel nedbrydning i vommen blev vist af Ørskov og Benzie (1969), idet man benyttede sig af bollerendereflexen hos lam og udvoksede får. Ved opretholdelse af bollerendefunktionen kan protein i flydende form passere direkte ned i løben og derved undgå den mikrobielle nedbrydning i vommen. Udnyttelsen af protein kunne herved forøges fra 24-31% (Ørskov et al. 1970a), idet der fandtes en signifikant lavere N-udskillelse i urinen og højere kvælstofaflejring hos lam. Bollerendefunktionen vil dog være vanskelig at opretholde hos malkekøer under praktiske fodringsbetingelser.

Helmer et al. (1970a) fremstillede et urinstofholdigt produkt kaldet "starea", hvorefter der både skulle frigøres NH_3 og energi med passende hastighed i forhold til mikroorganismernes kapacitet. Gennem ekstrudering af korn (majs, milt, byg) ved høj temperatur og efterfølgende afkøling dannes et forklistret materiale, hvori urea er indkapslet. Stiles et al. (1970) konstaterede en lavere NH_3 -koncentration i vommen hos kvæg fodret med starea end med ækvivalente mængder urea og ubehandlet korn. I forsøg med malkekøer fandt Helmer et al. (1970b) en mælkeydelse på 17,6 kg for starea mod 18,3 kg for sojaskrå som proteinkilde og 14,4 kg for en ubehandlet urearation. Den lavere mælkeydelse for ubehandlet urea kan skyldes nedsat palatabilitet og dermed en lavere foderoptagelse.

Resultater fra undersøgelser af Møller (1972) over en retarderet ammoniakfrigørelse i vommen er vist i figur 2.



Figur 2 Ammoniakkoncentrationen og pH i vomvæske ved forskellig behandling af byg og urea.

Figure 2 Ammonia concentration and pH in rumen fluid at different treatment of barley and urea.

I denne undersøgelse bestod stivelseskilden af byg, medens urea benyttedes som N-kilde. Med blandingerne blev der givet 180 g urea pr. ko pr. dag. Det fremgår af figur 2, at NH_3 -koncentrationen umiddelbart efter fodringen har kunnet nedsættes fra 88 mg NH_3 -N/100 ml til 53 mg NH_3 -N/100 ml vomvæske ved en pelleting af byg-ureablandingen under damptilsætning ved ca. 100°C . En absorption af urea til hele bygkerner under opvarmning har yderligere medført en reduktion af NH_3 -frigørelsen, samtidig med at NH_3 -koncentrationen i vommen i forhold til ureablandingerne har kunnet holdes på et højere niveau gennem et længere tidsrum efter fodringen. Der er heller ingen væsentlig forskel i NH_3 -koncentrationen med 6 eller 20% urea i bygkernerne, selv om maksimale værdier med 6% urea først fandtes ca. 1 time efter fodringen. Den forsinkede NH_3 -frigørelse har ligeledes resulteret i et højere pH forløb i vommen efter fodringen, som vist i figur 2.

Som følge af de nævnte forhold må denne behandling betragtes som en fordel ved den mikrobielle udnyttelse af NH_3 til proteinsyntese og kulhydrat som energikilde.

Protein

Forskellige undersøgelser viser, at udnyttelsen af urea-N nedsættes, når urea tilsættes foderrationer, der indeholder store mængder naturligt protein. Wegner et al. (1940, 1941) var blandt de første der gennem vomfysiologiske undersøgelser viste, at både rå- og renproteinniveauet i foderrationen havde indflydelse på syntesen af protein i vommen fra NPN forbindelser. Når proteinniveauet blev hævet, aftog proteinsyntesen med urea. Balch og Campling (1961) fandt ligeledes, at foderrationens proteinindhold til malkekøer er af fundamental betydning for ureaudnyttelsen. Ved at dække 90-95% af proteinbehovet gennem grundfoderet udnyttedes mellem 6,4-12,6% urea, medens en nedsættelse af proteinforsyningen gennem grundfoderet til 39-43% hævede ureaudnyttelsen til 83,3-103,1%. Urea-N udgjorde henholdsvis 23-24% og 35-39% af total-N i rationen. Hos voksende lam fandt Hamilton et al. (1948), at kvælstofudnyttelsen var højere med en urearation indeholdende 11,4% protein (46% urea-N),

end når rationen indeholdt 16,2% protein (63% urea-N). Ligeledes fandt Ørskov et al. (1972) i undersøgelser over produktionen af bakterielt protein i vommen, N-balanceforsøg samt tilvækstforsøg med lam, at proteinkoncentrationen i foderrationen ikke burde overstige 12,4% (19% urea-N) svarende til 10% protein i grundfoderet.

På grundlag af disse og andre forsøgsresultater har det været fremhævet, at urea kunne erstatte protein i en foderration, når indholdet af naturligt protein ikke var højere end 10-12%, og at renprotein mindst udgjorde 25% heraf. I undersøgelser af Flatt et al. (1969) med urea som eneste kvælstofkilde opnåedes en stigning i foderoptagelse og mælkeydelse, når 10% af urea-N blev ombyttet med rent sojaprotein. Virtanen (1971) fandt, at der med ureafoderrationer kunne opnås en ydelse på over 4000 kg 4% mælk pr. år, når 21-24% af fordøjeligt råprotein bestod af fordøjeligt renprotein. Med 30% renprotein kunne der produceres omkring 6000 kg mælk pr. år. Møller et al. (1966) viste, at renproteinet burde udgøre ca. 60% af fordøjeligt råprotein i rationen for at en ydelsesnedgang kunne undgås. En signifikant ydelsesnedgang fandtes dog først, når renproteinindholdet reduceredes til ca. 28% af total fordøjeligt protein. En signifikant stigning i kørnes mælkeydelse opnåedes af Van Horn og Jacobsen (1971), når proteinet i en foderration foruden 25% urea-N også indeholdt 18% protein fra sojaskrå.

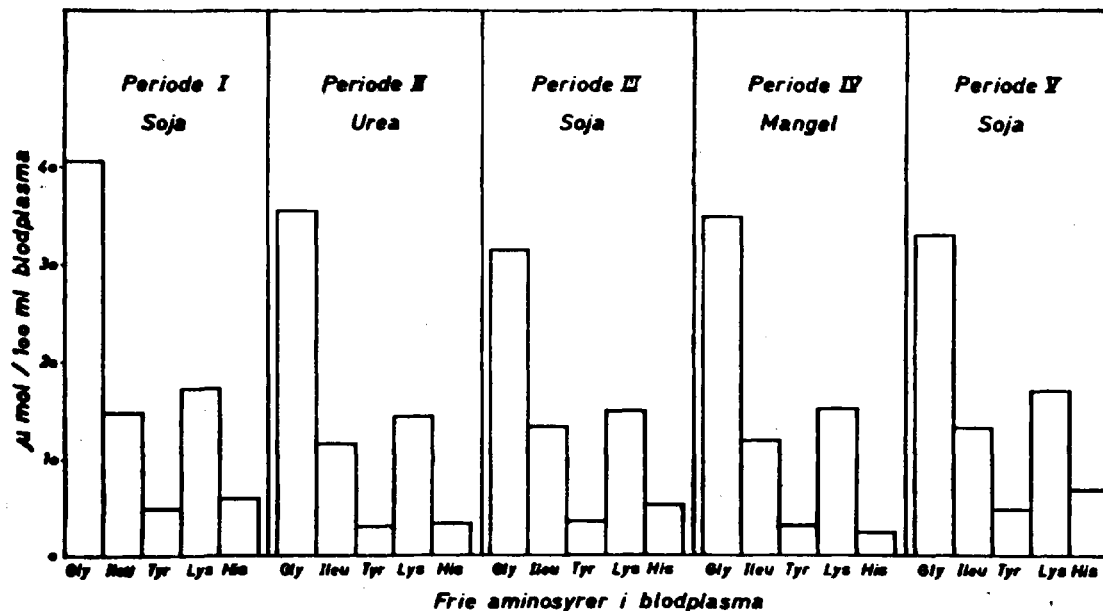
Det fremgår af undersøgelserne, at der er fundet betydelige variationer m.h.t. renproteinbehovet i foderet. En medvirkende faktor hertil kan være renproteinets desaminering ved passagen gennem vommen.

Aminosyrer

Undersøgelser over aminosyresammensætning i vommen efter fodring med rene næringsstoffer udført af Virtanen (1966) og Oltjen (1969) viste ingen væsentlige forskelle i forhold til et kontrollfoder. Der fandtes dog et højere indhold af 2,6-diaminopimelinsyre både i vommen og i gødningen ved fodring

med urea. Ligeledes anfører Hungate (1966), at der består en stor ensartethed i mikroorganismernes aminosyresammensætning på vidt forskellige foderrationer. Heller ikke Farries (1971) fandt nogen betydelig forskel i vomvæskens aminosyresammensætning mellem delvis rene næringsstoffer og urea som eneste N-kilde og en normalration. Derimod fandtes en lavere koncentration af de essentielle aminosyrer i blodplasmaet med den halvsyntetiske mod normalrationen på henholdsvis 90,9 $\mu\text{mol}/100\text{ ml}$ mod 101,8 $\mu\text{mol}/100\text{ ml}$ plasma. Farries (1971) har dog ikke tilagt dette forhold nogen afgørende betydning. I procent af totalkoncentrationen var der derimod ingen væsentlig forskel for de enkelte aminosyrer mellem de to rationer. Det har især været fremhævet, at der ved fodring med urea kunne fremkomme mangel på metionin, tryptofan, histidin og lysin (Ellis et al. 1959, Duncan et al. 1953, Richardson og Tsien 1963, Virtanen 1966). Virtanen (1966) fandt, at glycin var den eneste aminosyre, der var højere i blodplasma ved urea end ved normalfodring. Det var også Virtanen (1971), der opdagede, at nedgangen i histidinkoncentrationen i blodplasmaet var størst med urea som eneste N-kilde. Således var også koncentrationen af fenyylalanin, metionin, leucin, isoleucin og valin nedsat, medens serin var øget. I mælkens aminosyresammensætning kunne der ikke påpeges væsentlige forskelle mellem urea og almindeligt protein som N-kilde. En ombytning af sojaskrå med urea og majs resulterede i en nedsættelse af valin, isoleucin, leucin, lysin, fenyylalanin, alanin, tyrosin og glutaminsyre i blodplasma (Freitag et al. 1966). Oltjen og Putnam (1966) påviste et højere indhold af serin og glycin i blodplasma hos ureafodrede dyr, medens indholdet af valin, isoleucin, leucin og fenyylalanin lå lavere.

Ved en ombytning af sojaskrå med urea fandt Møller (1968b), som vist i figur 3, en lavere koncentration i blodplasmaet af isoleucin, tyroxin, lysin og histidin i urea- og mangelperioden end i sojaperioderne. Mellem de øvrige aminosyrer fandtes ingen nævneværdig forskel mellem perioderne. Kosharov et al. (1967) fandt ved benyttelse af $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$, at bakterierne fortrinsvis inkorporerede ^{15}N i ikke essentielle aminosyrer som glutamin, glutaminsyre og glycin.



Figur 3. Koncentrationen af frie aminosyrer i blodplasma ved benyttelse af sojaskrå og urea som N-kilder.

Figure 3. Concentration of free amino acids in blood plasma by using soya bean meal and urea as nitrogen sources.

I undersøgelser med rene næringsstoffer og urea eller ammoni-
umsalte som eneste N-kilde har det været vist, at alle essen-
tielle aminosyrer blev syntetiseret af vommens mikroorganis-
mer (Loosli et al. 1949, Virtanen 1963). Tilsyneladende kan
der opstå kvantitative mangler, idet forsøg med voksende stu-
de (Oltjen et al. 1962) viste, at tilvæksten kun svarede til
70% af den, der kunne opnås ved fodring med naturligt protein.
Ligeledes viste ydelsesresultater af Virtanen (1966), at der
kun kunne opnås en mælkeproduktion, der svarede til ca. 50%
af ydelsen med oliebageprotein, når 95% af kvælstoffet be-
stod af urea eller ammoniumforbindelser.

Selvom enkelte resultater tyder på mangel af visse aminosy-
rer ved ureafodringen, har et tilskud af aminosyrer ikke al-
tid givet det forventede udslag (Oltjen et al. 1962, 1964,
Harbers et al. 1961). Gossett et al. (1962), McLaren et al.
(1965a) samt Sommer (1965) fandt dog positive resultater ved
tilskud af lysin og metionin til en foderration, indeholden-
de urea til fedning af kvæg. Ørskov og Fraser (1970) fandt
ligeledes en nedgang i urin-N og en stigning i N-balancen
hos lam, når der blev givet et tilskud af metionin via bol-
lerenden, medens lysin ikke havde nogen positiv virkning.
Dette forsøg viser, at der kan opnås en virkning, når ami-
nosyrerne passerer gennem vommen uden at blive desamineret
af bakterierne. Desuden viser resultatet, at der kan være
mangel på svovlholdige aminosyrer i mikrobielt protein, når
urea udgør 95% af rationens kvælstofindhold.

Såfremt det må antages, at mikroorganismernes aminosyresammen-
sætning er nogenlunde konstant, er undersøgelser over aminosy-
rekoncentrationen i vomvæske af begrænset værdi, medens amino-
syrekoncentrationen i blodplasmaet særligt hos højtydende køer
kan give et indblik i aminosyreforsyningen ved fodring med NPN
som kvælstofkilde. Flere undersøgelser vil dog være påkrævet,
før der kan drages retningslinier for malkekøers aminosyrebehov.

Til ydeligere information over vommikroorganismernes centra-
le placering ved udnyttelsen af NPN forbindelser i drøvtyg-
gernes ernæring må henvises til oversigtsreferater af bl.a.
McLaren (1964).

Mineralstoffer

Ved en ombytning af oliebageprotein med urea er det af betydning at de mineralstoffer, der herved unddrages, tilføres gennem et mineralstoftilskud, da urea ikke indeholder mineralstoffer. Opmærksomheden bør i første række rettes imod fosfor. Visse mineralstoffer har haft en positiv indflydelse på mikroorganismernes udnyttelse af urea (Bentley og Moxon 1952, Burroughs et al. 1951, Woods og Tillmann 1956). Flere af de mineralstoffer, der er nødvendige for mikroorganismernes vækst blev fundet i lucerne, melasse og sojaskrå. Måske kan dette forklare nogle af de positive resultater, der opnåedes, når urea blev givet sammen med lucernemel. Lugg (1949) påviste, at lucerne har et relativt højt indhold af svovlholdige aminosyrer, idet 15% af proteinet bestod heraf. Foruden fosfor er svovlforsyningen sandsynligvis af størst betydning for en optimal ureaudnyttelse (Boroughs et al. 1951). Ved stigende dækning af N-behovet med NPN kan mangel på svovl være mærkbar (Jacobson og Barnett 1967). Conrad og Hibbs (1968) fandt, at metioninsyntesen var aftagende med stigende mængder NPN i foderet. Syntesen steg derimod fra 10,7 til 24,1 g pr. dag, når stigende mængder af en kulhydratrig kraftfoderblanding blev givet til en lucerneration med konstant kvælstofindhold. Metioninsyntesen svarede til 1,5 g pr. kg tørstof optaget. Griel et al. (1968) opnåede en stigning i 4% mælk gennem et tilskud af henholdsvis 40 g og 80 g metioninhydroxyanalog. Jacobson et al. (1970) fandt kun en stigning i fedtprocenten, men ingen forskel i 4% mælk ved tilskud af 80 g metioninhydroxyanalog.

Svovltilskud til kvæg har ikke under alle forhold givet positive udslag (Ward et al. 1955), hvorimod man hos får, der på grund af uldproduktionen har et større svovlbehov, har haft en gunstig indflydelse på bl.a. proteinsyntesen. Ved at forhøje svovlmængden i fårenes foder fra 0,61 g til 1,95 g pr. dag kunne Hume og Bird (1970) øge den mikrobielle proteinsyntese signifikant fra henholdsvis 82 g til 94 g pr. dag. En forøgelse af svovlmængden til 3,42 g daglig kunne ikke yderligere øge proteinsyntesen. Det optimale N:S forhold i foderet var i dette forsøg ca. 11:1.

Af mikromineraler har man især henledt opmærksomheden på cobolt, der er en vigtig bestanddel af vitamin B_{12} . Sommer (1965) opnåede de gunstigste tilvækstresultater ved fedning af kvæg gennem en tilsætning af 0,03 pct. $Co SO_4$ til kraftfoderblandingen.

Kulhydrater og energi

Flere undersøgelser har vist, at vombakteriernes optimale udnyttelse af NH_3 forudsætter, at det nødvendige kulstofskelet samt energi er til stede i form af letfordøjelige kulhydrater, for at en assimilation af NH_3 kan finde sted.

Wegner et al. (1940) viste, at et tilskud af lettilgængeligt kulhydrat som melasse, dextrin og stivelse virkede stimulerende på udnyttelsen af NPN kvælstof. Derimod fandt Mills et al. (1942), at et celluloserigt foder var et insufficiant næringssubstrat for den mikrobielle proteinsyntese fra urea. En tilsætning af stivelse eller melasse øgede til gengæld ureaudnyttelsen (Mills et al. 1944). En tilsætning af melasse til foderrationer indeholdende stivelse i form af majs, byg eller havre forøgede imidlertid ikke ureaudnyttelsen (Rupel et al. 1943, Willet et al. 1946, Bell et al. 1951, Pope et al. 1951). Undersøgelser over benyttelse af andre kulhydratkilder end melasse af Arias (1951), McNaught og Smith (1947), Pearson og Smith (1943) samt Smith og Baker (1944) indicerede ikke, at letopløselige kulhydrater var bedre end stivelse. Det blev konkluderet, at mindre mængder lettilgængelige kulhydrater kunne stimulere både ureaudnyttelsen og cellulosefordøjeligheden. En stigning i cellulose- eller træstoffordøjeligheden med urea blev også fundet i forsøg af Campling et al. (1962) og Møller (1968c) med et grundfoder af lavt proteinindhold.

I andre in vivo forsøg af Lewis og McDonald (1958) fandt man frem til, at stivelse var en mere velegnet energikilde end letopløselige sukkerarter, hvis NH_3 fra urea skulle udnyttes af vommens mikroorganismer. Forklaringen hertil skal søges deri, at stivelsen nedbrydes langsommere i vommen end sukkerarter og er til rådighed for mikroorganismerne gennem et længere tidsrum. Stivelse kan også have en gunstig indvirkning

på den mikrobiologiske population i vommen og øge kintallet. Således fandt Mathison og Milligan (1971) med $^{15}\text{NH}_4\text{Cl}$, at syntesen af mikrobielt N i vommen var fra 1,1-1,3 gange højere pr. 100 g forgæret kulhydrat med en bygration end med hø.

Cellulose anses på grund af nedsat fermentationshastighed som en mindre god energikilde for mikroorganismernes proteinsyntese (Reid 1953, Poijärvi 1963).

Kulhydraternes kvantitative betydning for en optimal ureaudnyttelse er vist af Belasco (1956) i in vitro forsøg. Et forhold på omkring 1:10 mellem urea og let omsætteligt kulhydrat anses for passende. Conrad og Hibbs (1968) anfører i denne forbindelse, at behovet pr. 100 g urea svarer til ca. 1 kg let forgærbart kulhydrat. Heraf skal 2/3 udgøres af stivelse, og denne mængde kan ikke reduceres yderligere uden at have en nedgang i mælkeydelsen til følge. Tilsvarende stivelsesmængder blev også benyttet af Virtanen (1966) med et proteinfrit foder til malkekøer.

Conrad og Hibbs (1968) samt Flatt et al. (1969) viste en lineær afhængighed mellem udnyttelsen af NPN forbindelser og fordøjeligt energi. Mellem NPN- og oliekegkvalstof fandtes ingen sikker forskel i kvalstofudnyttelsen.

Urinstoffets toksicitet

Urinstof per se er ikke giftigt, men ved hjælp af bakterieenzymet urease spaltes urinstoffet i vommen til ammoniak og CO_2 , hvorved der med uforholdsmæssigt store ureamængder kan fremkaldes en NH_3 -forgiftning. Under gunstige syntesebetingelser i vommen optages NH_3 af vombakterierne og omdannes til bakterieprotein, som derefter udnyttes af den dyriske organisme. Dannes derimod for store NH_3 -mængder, kan disse ikke optages af bakterierne, men diffunderer igennem vomvæggen til blodet, hvorved der kan fremkaldes forgiftninger. Forgiftningssymptomer fremkaldes normalt kun under ugunstige fodringsbetingelser kombineret med meget store ureamængder. Derved overskrides leverens

kapacitet med hensyn til omdannelse af blod-NH₃ til urinstof. En NH₃-forgiftning kan ligeledes opstå ved fodring med mere moderate ureamængder, når der ikke tilføres tilstrækkelige mængder letfordøjeligt energi i form af kulhydrater eller stivelse, eller hvis dyrene fodres med et grovfoder af ringe næringsværdi.

I sådanne forsøg fremkaldte Davis og Roberts (1961) med ca. 100 g urea forgiftning i løbet af 20-30 min. Symptomerne bestod i hurtigt åndedræt, muskelsitren og ukontrollerede bevægelser efterfulgt af krampe og trommesyge. Dyrene døde ca. 2-3 timer efter symptomernes indtræden. Man kunne imidlertid redde dyrene, såfremt der ved symptomernes begyndelse blev givet ca. 4 liter fortyndet eddikesyre (5 pct.). Ved en tilvænnning til urea over en længere periode kunne der optages op til 400 g daglig uden skadelige virkninger. Fik dyrene kun h₂ og urea, reagerede de stærkere, end når der samtidig blev tildelt stivelsesrige fodermidler.

Af forsøgene kan drages den slutning, at urea kun virker giftigt, når store mængder gives på een gang hovedsagelig til sultende eller utilvønnede dyr. Ved at drage omsorg for en rigtig anvendelse af urea, opstår der ingen forgiftningsproblemer under praktiske fodringsforhold. Selv mængder op til 600 g daglig fremkaldte ingen skadelige virkninger, såfremt dyrene blev tilvænnet over en længere periode (Virtanen 1966).

Ureamængder til malkekøer

Undersøgelser over ureamængdens størrelse til malkekøer foreligger hovedsagelig som produktionsforsøg. Gennem de senere år er dog fremkommet et stigende antal oplysninger indhentet gennem N-balanceforsøg med urea. Litteraturoversigter over produktionsforsøg foreligger desuden af Rys (1967) samt Møller (1964). Her skal kun de vigtigste produktionsresultater samt undersøgelser over kvælstofomsætningen med malkekøer omtales.

Virtanen (1971) kunne i undersøgelser med rene næringsstoffer og 400 g urea pr. dag som eneste kvælstofkilde opnå en ydelse på 2000-2750 kg 4% mælk pr. år. Ved at forøge tørstofoptagelsen til 11 kg pr. dag og ureamængden til 650-700 g pr. dag steg den årlige ydelse til ca. 4000 kg 4% mælk. Disse resultater må betragtes som et bevis for malkekøernes evne til at kunne udnytte NPN forbindelser, når der samtidig tilføres passende mængder energi. Flatt et al. (1969) opnåede en ydelse på 2630 kg mælk i 305 dage med urea som eneste kvælstofkilde og med rene næringsstoffer som energikilde. En enægget tvillingesøster, der fik et naturligt foder, ydede den dobbelte mælke- mængde. Ved benyttelse af urea sammen med naturlige fodermid- ler opnåede Conrad og Hibbs (1968) med enkelte køer en ydel- se på over 8000 kg mælk i 305 laktationsdage. Urea erstattede i disse forsøg fra 35-40% af total-N i foderrationen, og den maximale daglige ureaoptagelse svarede til 454 g pr. ko.

I tabel 1 er anført ydelsesresultater, opnået i holdforsøg af Møller (1964) og Møller et al. (1966).

Tabel 1 Urinstofets indflydelse på mælkemængde og mælkeprotein

Table 1 The influence of urea on milk yield and milk protein

Forsøg	Urinstof-N	Amid-N	kg 4%	For-	Protein	For-
Hold	% af total	% af total	mælk	holds-	pr. dag	holds-
	ford. N	ford. N	pr. dag	tal	g	tal
Experiment	Urea-N	NPN % of	kg FCM	Relative	Protein	Relative
Group	% of total	total dig. N	per day		per day	
	dig. N				g	
I-1962	A 0	28	18,1	100	597	100
	B 16	41	18,4	102	599	100
	C 31	61	17,8	98	577	97
	D 42	72	16,8 ¹	93	540 ¹	90
II-1963	A 0	21	15,5	100	500	100
	B 21	41	15,8	102	503	101
	E M ²	26	15,0	97	480	96
III-1963	A 0	21	19,7	100	627	100
	C 30	47	19,3	98	604 ¹	96
	F M ²	26	17,8	90	573	91
IV-1964	A 0	24	15,0	100	472	100
	B 15	38	15,8	105	502	106
	E M ²	28	15,1	101	478	101

¹p < 0,05 over for ydelsen i forperioden ²M = Proteinmangelhold (negative control)

Tabellen viser, at ydelsen for dyrene, der fik op til 21% urea-N af total fordøjeligt kvælstof, var 2-5% højere end kontrolholdenes ydelse. Derimod viste holdforsøgene en nedgang i 4% mælk fra 2-7% og i mælkeprotein fra 3-10%, når urea udgjorde mere end ca. 20% af foderrationens samlede fordøjelige proteinmængde. I forhold til proteinmangelholdene var urinstofholdenes ydelse i 4% mælk derimod fra 4-8% højere, hvilket viser urinstoffets positive indflydelse. I forhold til normalholdets ydelse nåede den samlede mængde amidkvælstof for ureaholdene den maksimale grænse ved ca. 40% af rationens totale mængde fordøjeligt råprotein, inden der fremkom en ydelsesnedgang.

De omtalte resultater underbygges gennem forsøg af Carstens og Mehner (1937), Ehrenberg et al. (1938), Thompson et al. (1952), Davis et al. (1956), Otagaki et al. (1956), Rust et al. (1956), Loosli og Warner (1958), Rohr (1962) samt Van Horn et al. (1967). Forsøgsresultaterne viste, at urinstofholdenes ydelse i 4% mælk med større ureamængder altid var lavere end kontrolholdenes. Årsagen til de lave ydelsesresultater fremkom enten ved fodring med kulhydratforbindelser af ringe kvalitet til en optimal mikrobiel proteinsyntese eller gennem for store urinstofmængder sammen med mindre kornmængder og/eller et stort ensilagefoder.

For at kunne sammenligne normalholdenes ydelsesnedgang i forsøgstiden med den respektive ydelsesnedgang for urea- og mangelholdene, blev der på grundmaterialet for værdierne i tabel 1 foretaget en kovariansanalyse med x = kg 4% mælk pr. dag i forberedelsesperioden og y = den totale ydelsesnedgang i forsøgstiden. Heraf fremgik, at der mellem forsøg inden for normalholdene A, ureaholdene B-C (12,5-26,7% urea-N af total-N) og mangelholdene E-F ikke fandtes signifikante forskelle mellem holdenes niveau eller hældningskoefficienter. I modsætning til tabel 1 er ureakonzentrationerne her angivet i pct. af total-N i foderrationen. Herefter kunne holdene sammenfattes og en sammenligning foretages mellem normalholdene, ureaholdene og mangelholdene. I denne beregning blev mangelhold E fra forsøg II 1963 udeladt, idet regressionsanalysen inden for dette hold, sammenlignet med mangelholdene i de andre forsøg, viste en ikke signifikant ydelsesnedgang samt en større spredning.

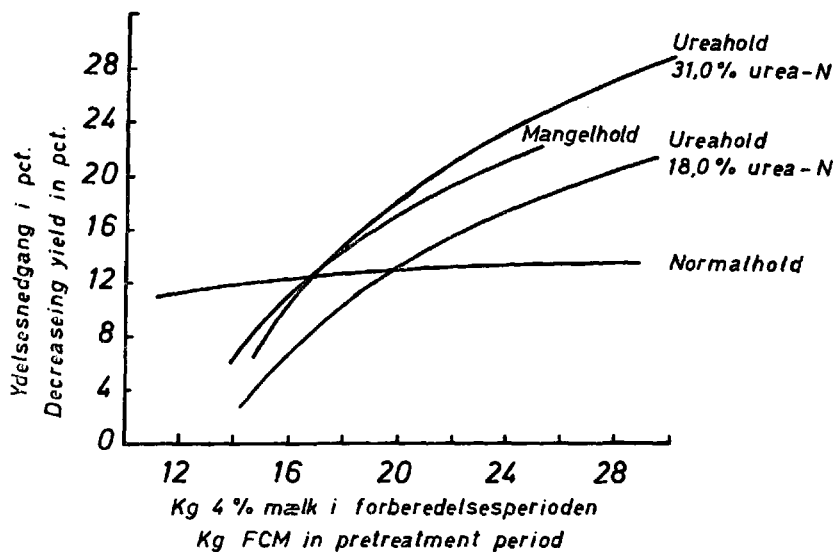
Regressionsligningerne for de sammenfattede hold er vist nedenstående.

Normalhold A, $n = 33: y = +0,54 + 0,158x, r = 0,49^{**}$
 Ureahold B-C $n = 41: y = +5,16 + 0,390x, r = 0,79^{***}$
 Ureahold D, $n = 8: y = +6,46 + 0,505x, r = 0,93^{***}$
 Mangelhold E-F, $n = 18: y = +5,03 + 0,423x, r = 0,81^{***}$

Kovariansanalysen viste, at der forekom signifikante forskelle mellem holdenes hældningskoefficienter ($F_{(3,92)} = 5,89, P \leq 0,01$), men ikke mellem holdenes ydelsesniveau korregeret til samme mælkeydelse i forberedelsestiden ($F_{(3,95)} = 2,53, P \geq 0,05$).

Efter omskrivning af ligningerne til funktionen $\frac{y}{x} = \frac{a}{x} + b$, hvor $\frac{y}{x} \cdot 100$ angiver den relative ydelsesnedgang i forhold til ydelsen i forberedelsesperioden, blev ligningerne fremstillet grafisk i figur 4.

Som det ses af figur 4, varierede normalholdenes ydelsesnedgang omkring 12 pct. i området fra 12-28 kg 4% mælk i forberedelsesperioden. Ureaholdene med henholdsvis 18 og 31% urea-N af total-N i rationen krydsede normalholdenes ydelseskurve ved ca. 20 og 17 kg 4% mælk. Mangelholdenes skæringspunkt med normalholdene er ligeledes omkring 17 kg 4% mælk. En kovariansanalyse viste en signifikant forskel i ydelsesniveauet i forberedelsestiden mellem ureahold D + mangelholdene E-F og ureaholdene B-C ($P \leq 0,05$). Ved en lavere mælkeydelse end skæringspunkterne har ureaholdene haft en mindre ydelsesnedgang end normalholdene, og omvendt har ureaholdene med stigende mælkeydelser haft en stigende ydelsesnedgang i forhold til normalholdene. Figuren viser desuden, at ureahold D med 31% urea-N har haft en større ydelsesnedgang med stigende mælkeydelse end ureaholdene med 18% urea-N. Kørerne, der fik de største ureamængder, har haft en større ydelsesnedgang end mangelholdene ved en overskridelse af ca. 18 kg 4% mælk.



Figur 4 Ydelsesnedgangen ved fodring med forskellige kvælstofkilder og kvælstofmængder.

Figure 4 Decrease in milkyield by feeding different sources and amounts of nitrogen.

Dette indikerer, at fysiologisk optimale ureamængder under disse fodringsbetingelser ikke bør overstige ca. 18% urea-N af rationens totale kvælstofindhold. Desuden viser kurveforløbet for mangelholdene en lavere ydelsesnedgang end normalholdenes ved mælkeydelser under ca. 17 kg 4% mælk i forberedelsesperioden, hvilket i overensstemmelse med resultater af Reid et al. (1966) antyder, at proteinmængderne kan reduceres til kser med lav ydelse. Derimod bør der gives en stigende proteinkoncentration i produktionsfoderet, når mælkeydelsen overstiger ca. 17 kg 4% mælk.

Forsøgene af Møller (1964) kunne endvidere vise, at lavtydende kser bedre kunne opretholde mælkeydelsen end højtydende. Dette er anskueliggjort i tabel 2.

Tabel 2 Urinstoffets indflydelse ved høj og lav mælkeydelse (Ydelse i forperioden = 100)

Table 2 Persistency at high and low milk yield by feeding urea (Yield in pretreatment period = 100)

Forsøg Experiment	I - 1962				II - 1963			III - 1963		
Hold (Group)	A	B	C	D	A	B	E	A	C	F
Urea, g dgl. (g per day)	-	100	190	250	-	107	-	-	168	-
Høj mælkeydelse (High milk yield)	88	85	76	76	85	84	82	88	86	78
Lav mælkeydelse (Low milk yield)	90	94	91	87	96	98	90	90	92	89

Det fremgår af tabellen, at ydelsen i alle ureagrupper med høj mælkeydelse (ca. 20 kg 4% mælk) havde en lavere ydelse end de tilsvarende kontrolhold (A). Mælkeydelsen på ureaholdene med en lavere ydelse (15 kg 4% mælk) var derimod højere end ydelsen for kontrolholdene, såfremt ureamængderne ikke oversteg ca. 150 g urea daglig. Med større ureamængder var ydelsen derimod igen aftagende. Disse resultater antyder en øvre grænse for anvendelsen af urea til malkekøer. Resultaterne underbygges af lignende undersøgelser af Huber et al. (1967).

For en dyberegående analyse af ovennævnte resultater blev alle forsøgsholdene i tabel 1 opdelt efter deres ydelsesniveau i 2 undergrupper. Samtidig blev der inden for normalgrupperne beregnet et totalgennemsnit for de højestydende og de lavestydende køer. På grundlag af ydelsen i kg 4% mælk i forsøgstiden for de enkelte forsøgs normalgrupper og det beregnede totalgruppegennemsnit er der beregnet et forholdstal, som benyttedes til at korrigere ureagruppernes ydelsestal i forsøgsperioden. De korrigerede ydelsestal samt urea-N i % af total-N er anført i tabel 3.

Det fremgår af tabel 3, at urea-N i % af total-N varierede fra 12,5-32,3% og fra 11,2-29,7% for henholdsvis højt og lavt ydelsesniveau. Udtrykt i g urea pr. ko pr. dag svarer disse koncentrationer til mængder fra 80-277 g og fra 63-224 g for henholdsvis højt og lavt ydelsesniveau.

På grundlag af værdierne i tabel 3 er der foretaget lineære og kvadratiske regressionsberegninger, der viser den korrigerede ydelse i kg 4% mælk i forsøgstiden (y) som funktion af urea-N i % af total-N (x). Der fandtes følgende sammenhæng:

Høj ydelse: $y = 19,72 + 0,05041x + 0,00406x^2$, $R = 0,96^{**}$

s_b	0,044	0,001
t_b	1,14	3,17*

Lav ydelse: $y = 14,44 + 0,15112x + 0,00503x^2$, $R = 0,68$

s_b	0,086	0,003
t_b	1,75	1,86

Af signifikanstesten fremgik, at kun korrelationen og den kvadratiske regressionskoefficient for højt ydelsesniveau var signifikant. Korrelationen for de lineære ligninger var henholdsvis 0,85 og 0,03 for højt og lavt ydelsesniveau. Med de kvadratiske ligninger, der henholdsvis beskriver 92 og 46% af variationen i mælkeydelsen, er der opnået en væsentlig bedre beskrivelse af ydelsesforløbet end med de lineære funktioner.

Tabel 3. Korrigerede ydelsestal for ureagrupperne (kg/dag).

Table 3. corrected milk yield of urea groups (kg/day).

Høj ydelse. High yield.					
Forsøg	Hold	Køer	Urea-N	kg 4% mælk af total-N i forsøgstiden	Korrigeret kg 4% mælk
Experiment	Group	Cows	n	kg FCM in experimental per.	Corrected kg FCM
			%		
IV	B	5	12,5	17,6	20,0
II	B	3	16,4	17,8	19,6
III	C	4	24,9	21,4	18,9
I	B	4	13,8	20,9	19,2
I	C	4	26,7	19,6	18,0
I	D	4	32,3	18,6	17,1

Total gns. gruppe A: 19,8

Lav ydelse. Low yield.					
IV	B	5	11,2	14,1	16,1
II	B	4	16,2	14,3	15,2
III	C	4	24,3	17,3	14,5
I	B	4	11,6	15,8	15,4
I	C	4	24,9	16,4	15,9
I	D	4	29,7	15,0	14,5

Total gns. gruppe A: 14,4

$$x) \text{ Korrigeret kg 4\% mælk (urea gruppe) = } \frac{\text{total gruppe A gns.}}{\text{gruppe A}} \times \text{urea gruppe}$$

$$\text{Corrected kg FCM (urea group) = } \frac{\text{total group A av.}}{\text{group A}} \times \text{urea group}$$

tioner. For højt ydelsesniveau fandtes en signifikant forskel mellem den kvadratiske og lineære ligning, medens forskellen ikke var signifikant for lavt niveau.

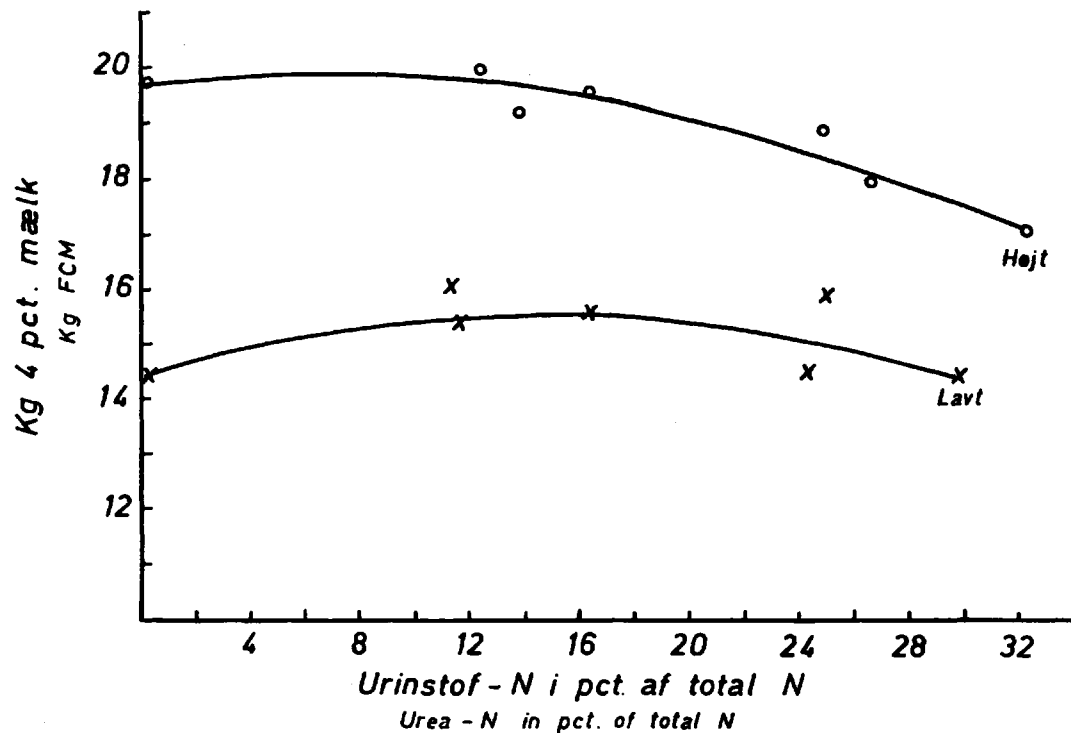
De kvadratiske ligninger er i figur 5 benyttet til at vise sammenhængen mellem mælkeydelsen i kg 4% mælk og urea-N i % af total-N.

Kurveforløbet for kørerne med højt ydelsesniveau (17-20 kg 4% mælk) er nærmest uforandret indtil ca. 12% urea-N af total-N, hvorefter mælkeydelsen aftager stærkere med stigende ureakoncentration i foderrationen. For lavtydende kør (14-16 kg 4% mælk) antager ydelsen et stigende forløb indtil 14-16% urea-N for derefter at aftage ved højere ureakoncentrationer. Ligningernes maximumpunkt svarer til 6,2 og 15,0% urea-N for henholdsvis højt- og lavt ydelsesniveau. Det fremgår heraf, at lavtydende kør reagerer positivt på mindre ureamængder, og at urea kan udgøre en større andel af foderets kvælstofindhold end for højtydende kør. Desuden fremgår både af figur 4 og figur 5, at lavtydende kør på ureaholdene har en mindre ydelsesnedgang end kørerne på normalholdene.

En beskrivelse af ovennævnte funktioners anvendelighed til økonomisk vurdering af en ureaindsats til malkekør er foretaget af Andersen et al. (1971).

For bedre at kunne bestemme ureaudnyttelsen ved mælkeproduktion, blev der som vist i tabel 4 af flere forfattere gennemført en række N-balanceforsøg med malkekør.

Kørernes mælkeydelse har i disse forsøg været yderst varierende hvilket også bevirkede variationer med hensyn til kvælstoftilførslen. I nogle af forsøgene har der både været et kontrol-, urea- og proteinmangelhold eller tilsvarende perioder, medens der f.eks. i forsøg af Honcamp et al. (1923) kun forekom urea- og mangelperioder. Ureamængderne har varieret fra 17,1-44,2% af total-N i rationen. En direkte sammenligning mellem forsøgene kan derfor på grund af de forskellige forsøgsbetingelser næppe foretages. Med undtagelse af forsøget



Figur 5 Indflydelsen af urea på mælkeydelsen ved forskellige produktionsniveauer.

Figure 5 The influence of urea on milk yield at different production level.

Tabel 4 Oversigt over Balkekeers kvælstofomsætning ved fodring med eller uden urea (g N pr. dag)

Table 4 Summary of nitrogen metabolism of dairy cows by feeding urea or natural protein (g N per day)

Forfatter Author	Vægt Weight	Mælk Milk	N optaget N-intake	Urea-N		N udskilt N excreted						N-balance		N-udnyttet N-utilized (a + b)		
						gødning faeces		urin urine		mælk milk						
						g	%	g	%	g	%					
						g	%	g	%	g	%	g	%	g	%	
Vblitz et al. ¹ (1922)	306	4,9	71	-	-	47	66,2	20	28,2	20	28,2	+16	+22,5	4	5,6	16,6
	313	4,9	120	-	-	56	46,7	51	42,5	20	16,7	+ 7	+ 5,8	13	10,8	20,3
	305	3,4	128	49	38,3	54	42,2	59	46,1	18	14,1	+ 4	+ 3,1	14	10,9	18,9
	326	3,1	119	53	44,2	49	41,2	62	52,1	14	11,8	+ 6	+ 5,0	8	6,8	12,1
Houcamp ² et al. (1923)	403	10,8	157	69	43,9	63	40,1	41	26,1	49	31,2	3	1,9	52	33,1	55,3
	413	7,4	88	-	-	51	58,0	16	18,2	32	36,4	+12	+13,6	20	22,7	54,1
	408	8,2	158	69	43,7	65	41,1	42	26,6	42	26,6	9	5,7	51	32,3	54,8
Owen et al. ³ (1943)	439	13,1	197	-	-	81	41,1	31	15,7	56	28,4	29	14,7	85	43,1	73,3
	434	12,7	205	48	23,4	80	39,0	46	17,6	58	28,3	21	10,2	79	38,5	63,2
	442	10,8	148	-	-	72	48,6	24	16,2	50	33,8	2	1,4	52	35,1	68,4
	439	10,3	191	45	23,6	68	35,6	40	20,9	51	26,7	32	16,8	83	43,5	67,5
448	9,4	199	-	-	83	41,7	36	18,1	47	23,6	33	16,6	80	40,2	69,0	
Balch og Camp ⁵ ling (1961)		11,7	156	-	-	85	54,5	59	37,8	61	39,1	+49	+31,4	12	7,7	16,9
	566	12,8	211	59	28,0	80	37,9	58	27,5	62	29,4	11	5,2	73	34,6	55,7
		14,5	253	-	-	81	32,0	78	30,8	78	30,8	16	6,3	94	37,2	54,7
Møller ⁴ (1964)	529	16,7	284	-	-	99	34,8	86	30,3	76	26,8	23	8,1	99	34,9	53,2
	443	16,9	287	49	17,1	90	31,3	98	34,1	79	27,5	19	6,6	98	34,1	49,7
	511	15,5	229	-	-	87	38,0	57	24,9	74	32,3	11	4,8	85	37,1	59,9
	546	17,1	296	-	-	115	38,9	70	23,6	88	29,7	23	7,8	111	37,5	61,0
	527	17,9	290	71	24,5	123	42,4	86	29,7	88	30,3	+ 8	+ 2,8	80	27,6	48,2
	491	15,4	209	-	-	100	47,8	40	19,1	79	37,8	+10	+ 4,8	69	33,5	63,3
Ulbrich ¹ et al. (1966)	425	10,8	248	44*	17,7	85	34,3	67	27,0	48	19,4	48	19,4	96	38,7	58,9
	413	9,4	237	44*	18,6	97	40,9	73	30,8	46	19,4	21	8,9	67	28,3	47,8
	470	11,4	253	44	17,4	95	37,5	107	42,3	54	21,3	+ 3	+ 1,2	51	20,2	32,3
	410	10,6	221	44	19,9	76	34,4	100	45,2	50	22,6	+ 5	+ 2,3	45	20,4	31,0

1 Enkelt værdier (Av. 1 observation)

2 Gns. af 2 værdier (Av. 2 observations)

3 - - 5 - (- 5 -)

4 - - 6 - (- 6 -)

5 - - 4 - (- 4 -)

*Ammoniumbimcarbonat-N

efter Balch og Campling (1961) har N-udskillelsen i urinen afhængigt af ureamængderne været fra ca. 2-10% højere ved ureafodringen end for kontroldyrene med normale proteinkilder. Udtrykt i procent af N optaget har proteinmangelholdene haft den største N-udskillelse med mælken ca. 28-39% mod 17-31% for kontrol- og ureadyrene. Dette forhold kan skyldes, at dyrene i mangelperioderne har reguleret N-udskillelsen gennem urinen, eller at perioderne har været for korte, til at en proteinmangel har kunnet konstateres. I forsøgene af Møller (1964), der strakte sig over en 10 ugers periode, har de samme forhold gjort sig gældende for proteinmangelholdene som for periodeforsøgene af f.eks. Völtz et al. (1922) samt Balch og Campling (1961). Dette kunne yderligere tyde på, at dyrene først og fremmest søger at opretholde kvælstofkoncentrationen i mælken, selv om der gennem en længere tidsperiode har været tildelt en proteinmangelration. N-balancen, der er et udtryk for den mængde kvælstof, der aflejres i dyrets organisme, har varieret fra +49 g N til +48 g N. Lavest var N-balancen for proteinmangelholdene, men selv N-ækvivalente rationer med urea har givet negative N-balanceværdier som i forsøgene af Völtz et al. (1922), Møller (1964) og Ulbrich et al. (1966).

Udtrykt i % af N optaget eller N fordøjet kan der ved en sammenligning af forsøgene ikke træffes ensvisende konklusioner hverken for protein-, urea- eller mangelholdene. Sættes normalholdenes kvælstofudnyttelse i % af N optaget = 100 i forsøgene af Völtz et al. (1922), Owen et al. (1943), Balch og Campling (1961) samt Møller (1964) fås en kvælstofudnyttelse i ureaholdene (perioderne), der varierer fra 63-101 pct. Denne vurdering er hovedsagelig påvirket af forholdet mellem kvælstof og energi i foderrationerne samt af de tilførte ureamængder. Kvælstofudnyttelsen udtrykt i % af N fordøjet er i de fleste forsøg ikke i overensstemmelse med N-udnyttelsen udtrykt i % af N optaget.

For at kunne fastlægge ureaudnyttelsen til mælkeproduktion med større sikkerhed er det på grund af forannævnte forhold påkrævet, at der yderligere gennemføres N-balanceforsøg med malkekøer.

KAPITEL 2

Egne undersøgelser over kvælstofomsætningen hos malkekøer

Formål

I den internationale litteratur foreligger et stort antal grundlæggende undersøgelser over drøvtyggernes udnyttelse af urea. Disse undersøgelser er hovedsageligt gennemført med får eller stude som forsøgsdyr, medens tilsvarende undersøgelser med malkekøer (tabel 4) kun er foretaget i mindre udstrækning. På grund af fysiologisk genetiske forskelle og forskelle i næringsbehovet mellem lakterende og ikke lakterende dyr, kan der imidlertid ikke under alle forhold drages paralleller eller enslydende konklusioner fra de foreliggende resultater.

De fleste ureaforsøg gennemført med malkekøer i ældre og nyere litteratur foreligger som produktionsforsøg og viser hovedsagelig kun ureas indflydelse på mælkeydelsen samt fedt- og proteinprocenten. Flere af holdforsøgene blev gennemført uden en proteinmangelgruppe, hvilket yderligere vanskeliggør vurderingen af forsøgsudslagene. Proteinniveauet i flere foderrationer var desuden for højt, således at virkningen af et ureatilskud må betragtes som tvivlsomt. Dette forhold gjorde sig bl.a. gældende i danske ureaforsøg med malkekøer gennemført fra 1942-45, hvilket omtales af Neimann-Sørensen et al. (1964). Desuden stemte forholdet mellem letopløselige og komplekse kulhydratforbindelser (stivelse) i foderrationerne ofte ikke overens, hvilket efter vort nuværende kendskab er af fundamental betydning for mikroorganismernes energiforsyning og cellevækst, når NH_3 fra urea skal udnyttes til syntese af bakterieprotein.

På grund af ovennævnte forhold vil supplerende undersøgelser over kvælstofomsætningen ved anvendelse af urea til delvis erstatning af protein til lakterende køer være af betydning. I denne forbindelse tænkes hovedsageligt på yderligere oplysninger over egnetheden af forskellige kulhydrat- eller stivelsesforbindelser ved benyttelse af urea til malkekøer.

De i det følgende beskrevne undersøgelser har derfor til formål at belyse kvælstofomsætningen hos malkekøer, når sojaskrå ombyttes N-ækvivalent med urea under anvendelse af forskellige kulhydratkilder.

Forsøgsmetodik

Forsøgsplan

Forsøgene blev udført som N-balanceforsøg til undersøgelse af ureaudnyttelsen, når urea blev givet sammen med forskellige stivelses- eller kulhydratforbindelser til malkekøer. Af hensyn til forsøgenes omfang samt forsøgsdyrenes antal og laktationsperiodens forløb blev forsøgene, hvilket fremgår af efterfølgende oversigt, gennemført som periodeforsøg.

I alt gennemførtes 3 forsøg á to hold med 4 køer på hvert; hold 1 i forsøg 2 omfattede dog kun 3 dyr. I forsøgene indgik i alt 6 forskellige kulhydratkilder: majs, hvare-tapioka, byg, tapioka, havre og kosetter (tørret sukkerroeaffald med 35% melasse). Hvert hold fik tildelt én af forannævnte kulhydratrige forbindelser som den primære energikilde. Kosetter, hvori melasse indgår som kulhydratkilde, og som ikke indeholder stivelsesrige forbindelser, vil under den generelle omtale sammen med de øvrige stivelsesforbindelser i denne undersøgelse blive omtalt som stivelseskilde.

Forsøgene blev gennemført i 5 på hinanden følgende perioder, strækkende sig over en væsentlig del af laktationsperioden. Det blev planlagt, at der skulle indgå henholdsvis en ureaperiode og en proteinmangelperiode mellem to kontrolperioder.

Af hensyn til dyrenes følsomhed i mælkeydelsen over for skiftende kvælstofkilder og -mængder, blev ureaperioden valgt som periode II, medens mangelperioden skulle indgå i periode IV. I kontrolperioderne I, III og V blev kun benyttet sojaskrå som proteinkilde, hvorimod dette i periode II blev ombyttet kvælstof- og energiækvivalent med henholdsvis urea og den tilsvarende stivelseskilde. I kvælstofmangelperioden blev der ikke givet tilskud af anden kvælstofkilde.

Forsøgsplan
Experimental plan

Forsøgsperioder Experimental periods		I	II	III	IV	V
Kvælstofkilde Nitrogen source		Sojaskrå Soya bean meal	Urea Urea	Sojaskrå Soya bean meal	Mangel Deficient	Sojaskrå Soya bean meal
Antal køer No. of cows	n					
<u>Forsøg 1</u> <u>Experiment 1</u>				Stivelseskilde Starch source		
Hold 1 Group 1	4	←—————		Majs Corn	————→	
Hold 2 Group 2	4	←—————		Havre - Tapioka Oats - Tapioca	————→	
<u>Forsøg 2</u> <u>Experiment 2</u>						
Hold 1 Group 1	3	←—————		Byg Barley	————→	
Hold 2 Group 2	4	←—————		Tapioka Tapioca	————→	
<u>Forsøg 3</u> <u>Experiment 3</u>						
Hold 1 Group 1	4	←—————		Havre Oats	————→	
Hold 2 Group 2	4	←—————		Kosetter Molassed beet pulp	————→	

Hver forsøgsperiode strakte sig over 4 uger. Heraf var de første 3 uger forperiode, medens de sidste dage benyttedes som egentlig balanceperiode til kvantitativ opsamling af gødning, urin og mælk. For at undgå eftervirkning af den forudgående forsøgsperiode skønnedes en forperiode af 3 ugers varighed at være passende for at dyrenes stofskifteforhold igen kunne stabiliseres til et "steady state" niveau. Til opnåelse af en repræsentativ prøve havde opsamlingsperioderne i forsøg 1 en længde af 10 dage, medens der i forsøg 2 og 3 blev benyttet 7 dage. I alt gennemførtes 115 enkeltbalancer.

Forsøgsdyr

For gennemførelse af N-balanceforsøg med malkekøer er det en forudsætning, at dyrematerialet er så homogent som muligt med hensyn til laktationsstade samt mælkeydelse. Også dyrenes vægt, alder og fysiologiske status i drægtigheds-laktationscyklus bør være så ensartet som muligt.

I forsøg 1 indgik 8 køer af tysk sortbroget race, medens køerne i forsøg 2 var af rød dansk malke race (RDM) og i forsøg 3 af sortbroget dansk malke race (SDM). Af tabel 5 fremgår dyrenes laktationsnummer, vægt ved forsøgets start, afstand fra kælvning samt kg 4% mælk ved indsættelsen i forsøgene.

Dyrenes fodring

Ved gennemførelse af N-balanceforsøg er det af største betydning, at grundfoderrationen består af samme fodermidler, og at dyrene får tildelt de samme tørstofmængder. Derfor fik dyrene i alle forsøg det samme grundfoder, der i forsøg 1 og 2 bestod af 15 kg roetopensilage, 5 kg hø og 4 kg tørret sukkerroeaffald. I forsøg 3 bestod grundfoderet af 10 kg roetopensilage, 5 kg hø og 5 kg tørret sukkerroeaffald. Selvom det var planlagt, at roetopensilagen inden for forsøg skulle være så ensartet som muligt i næringsstofsammensætningen og tages fra samme silo, måtte der i periode IV, forsøg 1, benyttes roetopensilage fra en anden silo og af en ringere kvalitet.

Til dækning af mineralstofbehovet fik dyrene i forsøg 1 en mineralstofblanding på 150 g daglig bestående af: 40% dicalciumfosfat, 34% kødbenmel, 20% fodersalt, 5% magnesiumsulfat og 1% mikromineralstoffer. I forsøg 2 og 3 blev Ca:P-forholdet i den samlede foderration indstillet til ca. 1,5. Det op-

Tabel 5 Dyrenes data ved indsættelse i forsøgene

Table 5 Information about the animals at the start of the experiments

	Laktation	Vægt kg	Dage efter kælvning	4% mælk kg
	Lactation	Weight kg	Days post- partum	F.C.M. kg
<u>Forsøg 1</u>				
Hold 1 (Majs, corn)				
Ko 1	2	518	134	19,0
- 2	2	556	84	21,6
- 3	1	529	69	20,1
- 4	2	505	68	23,1
Hold 2 (Havre-Tapioka, oats-tapioca)				
Ko 5	2	531	86	19,4
- 6	1	510	122	22,3
- 7	1	519	115	21,4
- 8	2	489	86	19,8
<u>Forsøg 2</u>				
Hold 1 (Byg, barley)				
Ko 1	2	475	82	21,8
- 2	2	552	101	23,1
- 3	2	489	102	20,4
Hold 2 (Tapioka, tapioca)				
Ko 5	3	539	105	30,6
- 6	2	498	85	26,6
- 7	2	465	82	25,0
- 8	2	487	105	26,6
<u>Forsøg 3</u>				
Hold 1 (Havre, oats)				
Ko 1	3	631	128	23,9
- 2	3	616	90	22,2
- 3	3	625	107	20,2
- 4	1	495	107	20,0
Hold 2 (Kosetter, molassed beet pulp)				
Ko 5	1	554	161	20,1
- 6	3	482	128	24,2
- 7	2	509	118	22,9
- 8	3	577	89	25,6

nåedes i forsøg 2 ved at to kær på henholdsvis hold 1 og hold 2 fik 200 og 250 g mononatriumfosfat, medens de resterende to kær henholdsvis fik tildelt 350 og 450 g Hostaphos med følgende sammensætning: 39% dinatriumfosfat, 33% dicalciumfosfat og 28% dimagnesiumfosfat. I forsøg 3 fik to kær på henholdsvis hold 1 og hold 2 210 og 175 g mononatriumfosfat, medens de resterende dyr henholdsvis fik 290 og 240 g Magnaphoscal med følgende grundstofsammensætning: 5,7% Ca, 17,1% P, 14,3% Na og 4,3% Mg.

I kraftfoderblandingerne blev sojaskrå benyttet som eneste proteintilskudskilde. I ureaperioden blev sojaskrå ombyttet med en proteinskvivalent mængde urea ($N \times 6,25$). Den manglende energi fra sojaskrå blev erstattet med de respektive stivelseskilder. I mangelperioden fik dyrene den samme kraftfoderblanding som i ureaperioden, dog uden tilskud af urea eller sojaskrå. Urea blev i forsøg 1 og 2 iblandet kraftfoderet før fodringen, medens det i forsøg 3 blev tilsat ved kraftfoderets blanding før forsøgets start. Kraftfoderblandingerne sammensætning fremgår af tabel 6, medens den kemiske sammensætning af alle benyttede fodermidler er angivet i tabel 1 i appendixheftet.

Det ses af tabel 6, at den største forskel mellem kraftfoderblandingerne bestod i stivelses- og kvælstofkilderne. Endvidere indgik der hvedeklid i alle kraftfoderblandinger. I forsøg 3 blev yderligere tilsat blandingerne animalsk fedt for at sikre dyrenes fedtbehov efter danske normer. Medens der i forsøg 1 og 2 kun blev benyttet 1 kraftfoderblanding pr. hold i hver periode, blev der i forsøg 3 med undtagelse af periode IV både fremstillet en høj og lavprocentig blanding til foderrationens afbalancering i forhold til kærnes mælkeydelse.

I forsøg 1 og 2 blev kraftfodertildelingen ved hver periodes begyndelse fastlagt efter gældende normer for mælkeydelse og vedligehold og holdt konstant indtil periodens afslutning. Dette bevirkede, at dyrene ifølge ydelsesnedgangen fik tildelt flere næringsstoffer end efter gældende behovsnormer.

Tabel 6 Kraftfoderets sammensætning

Table 6 Composition of concentrates

Periode:	I, III, V (Soja)		II (Urea)		IV (Mangel)	
<u>Foreseg 1</u>						
Hold 1 (Majs, corn),	Sojaskrå	25,0%	Majs	90,0%	Majs	90,0%
	Soya bean meal		Corn		Corn	
	Majs	65,0%	Hvedeklid	10,0%	Hvedeklid	10,0%
	Corn		Wheat bran		Wheat bran	
	Hvedeklid	10,0%				
	Wheat bran					
Hold 2 (Havre-Tapioka, oats -tapioca)	Sojaskrå	25,0%	Havre	45,0%	Havre	45,0%
	Soya bean meal		Oats		Oats	
	Havre	30,0%	Tapiokamel	45,0%	Tapiokamel	45,0%
	Oats		Tapioca meal		Tapioca meal	
	Tapiokamel	35,0%	Hvedeklid	10,0%	Hvedeklid	10,0%
	Tapioca meal		Wheat bran		Wheat bran	
	Hvedeklid	10,0%				
	Wheat bran					
<u>Foreseg 2</u>						
Hold 1 (Byg, barley)	Byg	70,0%	Byg	90,0%	Byg	90,0%
	Barley		Barley		Barley	
	Sojaskrå	20,0%	Hvedeklid	10,0%	Hvedeklid	10,0%
	Soya bean meal		Wheat bran		Wheat bran	
	Hvedeklid	10,0%				
	Wheat bran					
Hold 2 (Tapioka, tapioca)	Tapiokamel	55,0%	Tapiokamel	50,0%	Tapiokamel	50,0%
	Tapioca meal		Tapioca meal		Tapioca meal	
	Sojaskrå	35,0%	Hvedeklid	50,0%	Hvedeklid	50,0%
	Soya bean meal		Wheat bran		Wheat bran	
	Hvedeklid	10,0%				
	Wheat bran					

Tabel 6. fortsat

Periode:	I, III, V (Soja)	II (Urea)	IV (Mangel)	
	Blanding 1 (højt proteinindhold) Mixture 1 (high protein content)			
<u>Forsøg 3</u>				
Hold 1 (Havre, oats)	Havre Oats	34,0%	Havre Oats	65,0%
	Sojaskrå Soya bean meal	60,0%	Hvedeklid Wheat bran	24,0%
	Animalsk fedt Animal fat	6,0%	Animalsk fedt Animal fat	6,0%
			Urea Urea	5,0%
	Blanding 2 (lavt proteinindhold) Mixture 2 (low protein content)			
	Havre Oats	68,5%	Havre Oats	66,0%
	Sojaskrå Soya bean meal	27,5%	Hvedeklid Wheat bran	30,0%
	Animalsk fedt Animal fat	4,0%	Animalsk fedt Animal fat	2,0%
			Urea Urea	2,0%
	Blanding 1 (højt proteinindhold) Mixture 1 (high protein content)			
Hold 2 (Kosetter, molassed beet pulp)	Sojaskrå Soya bean meal	60,0%	Kosetter Mol. beet pulp	50,0%
	Hvedeklid Wheat bran	25,0%	Hvedeklid Wheat bran	40,0%
	Melasse Molasses	5,0%	Animalsk fedt Animal fat	5,5%
	Animalsk fedt Animal fat	10,0%	Urea Urea	4,5%

Tabel 6. fortsat

Periode :

I, III, V (Soja)		II (Urea)		IV (Mangel)	
Blanding 2 (lavt proteinindhold)					
<u>Mixture 2</u> (low protein content)					
Kosetter		Kosetter		Kosetter	
Mol. beet pulp	60,0%	Mol. beet pulp	60,0%	Mol. beet pulp	70,0%
Sojaskrå		Hvedekliid		Hvedekliid	
Soya bean meal	28,0%	Wheat bran	33,5%	Wheat bran	26,0%
Hvedekliid		Animalsk fedt		Animalsk fedt	
Wheat bran	8,0%	Animal fat	4,0%	Animal fat	4,0%
Animalsk fedt		Urea			
Animal fat	4,0%	Urea	2,5%		

Denne fodring skulle give kærerne mulighed for at opretholde mælkeydelsen særligt i kontrolperioderne efter en eventuel nedgang i henholdsvis urea- eller mangelperioden. I forsøg 3 blev kærerne fodret efter deres ugentlige ydelse i kg 4% mælk. Efter gældende retningslinier for fordøjeligheds- og balanceforsøg blev foderet dog holdt konstant i den egentlige balanceperiode samt 1 uge forud for denne.

Der blev fodret og malket to gange daglig og foderets sammensætning var altid ens ved hver morgen- og aftenfodring. Foderet blev givet i rækkefølgen: kraftfoder, sukkerroeaaffald, roetopensilage, hø. Såfremt der var foderrester, blev disse for hver fodring vejjet og opbevaret til analyse. I forsøg 2, der blev gennemført i sommermånederne, kunne der på grund af høj staldtemperatur hyppigere forekomme foderrester i enkelte perioder end i de andre forsøg. Det blev iagttaget, at kærernes ædelyst til kraftfoderet i ureaperioden, med undtagelse af forsøg 3, var nedsat i forhold til foderoptagelsen i de øvrige perioder. Kærerne havde fri adgang til vandoptagelse.

I forsøgene blev benyttet foderurea med 45,6% N, der i forsøg 2 og 3 leveredes af Norsk Hydro.

Opsamling og opbevaring af gødning, urin og mælk

Til opsamling af gødning og urin stod dyrene i dertil indrettede fordøjelighedsstalde. Gødningen og urinen blev for hvert enkelt dyr opsamlet kvantitativt i specielt til formålet indrettede gødningsbakker og urinbeholdere. For at forhindre eventuelle fordampningstab blev gødningen flere gange dagligt overført til en med koens nr. forsynet samlebeholder med låg. Opsamlingsdøgnet begyndte kl. 8.

Urinen blev i forsøg 1 opsamlet ved hjælp af et kateter, der indførtes i urinblæren. Metoden er nærmere beskrevet af Møller (1967). I periode I forsøg 2 blev urinen også opsamlet ved hjælp af et kateter, men da enkelte dyr efter ca. 5 dages opsamling fik blæreinfektioner med høj temperatur og nedsat ædelyst til følge, benyttedes et urinal til opsamlingen i de følgende perioder samt i forsøg 3. For at forhindre et

kvælstoftab, tilsattes urinflasken 250 ml fortyndet saltsyre ved hver opsamlingsdags begyndelse.

Ved hvert opsamlingsdøgn afslutning blev gødningen og urinen vejet. Efter en grundig blanding blev der for hvert dyr udtaget en repræsentativ mængde på henholdsvis 10% gødning og 5% urin til en samleprøve. Samleprøverne blev opbevaret i en lukket beholder i fryserum. Efter hver opsamlingsperiodes afslutning blev prøverne optæt. Efter en grundig blanding blev der udtaget prøver til kemisk analyse.

Mælken blev vejet ved hver morgen- og aftenmalkning, og der blev udtaget en proportional mængde til samleprøve, der opbevarede ved ca. 5° C. Ved opsamlingsperiodens afslutning blev en passende mængde af samleprøven indsendt til kemisk analyse.

Umiddelbart efter hver opsamlingsperiodes afslutning blev der fra før morgenfodringen og med 1 times intervaller indtil 6-7 timer efter fodringen udtaget vomvæske ved hjælp af en vomsonde efter Sørensen og Schambye (1955). Ligeledes blev der på samme tidspunkter udtaget blodprøver af vena jugularis ved hjælp af et stationært kateter.

Efter tilsætning af toluol og parafinolie til hæmning af mikrobiel aktivitet og fordampningstab blev vomvæsken opbevaret i fryserum til analyse. Blodet, der var tilsat heparin, blev centrifugeret og blodplasmaet blev opbevaret i fryserum til analyse.

Kemiske analyser

De kemiske analyser blev gennemført efter gældende retningslinier i laboratorierne på Max-Planck-Institut für Tierzucht und Tierernährung, Mariensee, og forsøgslaboratoriets afdeling for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi for henholdsvis forsøg 1 samt forsøg 2 og 3.

Der blev gennemført følgende analyser:

Tørstof, råprotein, råfedt, træstof og aske i fodermidler og gødning.

N-bestemmelse i mælk, frisk gødning og urin.

NH₃-bestemmelse i vomvæske

Urinstofbestemmelse i blodplasma, mælk og urin.

Thyroxinbestemmelse i blodplasma.

Energibestemmelse i fodermidler og gødning.

Flygtig fedtsyrebestemmelse i vomvæske ved hjælp af gaschromatografi.

Mælkesyrebestemmelse i vomvæske efter Barker og Sommerson (1941).

Fodermiddelanalysen blev gennemført efter gældende retningslinier for Weendeanalysemetoden.

NH₃-bestemmelserne i vomvæsken blev i forsøg 1 gennemført ved destillation og i forsøg 2 og 3 efter Conway (1957).

Urinstofbestemmelsen i blodplasma og urin blev i forsøg 1 som omtalt af Møller (1967) gennemført efter en farverreaktion med fenol, medens Conwaymetoden blev benyttet i forsøg 2 og 3.

Thyroxinanalyserne i blodplasma blev gennemført efter metoden, der anvendes ved Institut für Tierzucht und Tiernährung der Freien Universität Berlin (Scherzinger og Grosser, 1972).

Urinstof i mælk blev i forsøg 1 bestemt ved hjælp af Nessler's reagens og i forsøg 2 og 3 efter Conwaymetoden.

Kcal i ensilage- og gødningsprøver blev henholdsvis bestemt i varme- og frysetørret materiale.

Statistiske analyser

For at få et skøn over de opnåede resultaters sikkerhed blev der gennemført følgende statistiske analyser:

1. "Least squares" variansanalyse gennemførtes med programmet LSMLGP (Harvey 1968).

Følgende statistiske model blev betragtet som en tilfredsstillende beskrivelse af de periodiske observationer:

$y_{ijk} = \mu + h_i + p_j + ko_{ik} + (hp)_{ij} + e_{ijk}$, hvor:

y_{ijk} = observationen for ko k fra periode j inden for hold i

μ = gennemsnittet

h_i = effekten for hold i

p_j = effekten for periode j

ko_{ik} = effekten for ko k i hold i

$(hp)_{ij}$ = vekselvirkningseffekten for hold i og periode j

e_{ijk} = den tilfældige afvigelse, der forudsættes
fordelt $N(0, \sigma_e^2)$

De forventede middellekvadrater har følgende sammensætning:

Variationsårsag	Frihedsgrader	Teoretisk middellekvadrat	F
Perioder	$f_p = n_p + 1$	$MK_1 = \sigma_e^2 + \frac{k_1}{n_p+1} \Sigma p_j^2$	MK_1/MK_e
Hold	$f_h = n_h + 1$	$MK_2 = \sigma_e^2 + k_2 \sigma_{ko:h}^2 + \frac{k_3}{n_h+1} \Sigma h_i^2$	MK_2/MK_3
Køer inden for hold	$f_{ko} = n_{ko} + 1$	$MK_3 = \sigma_e^2 + k_2 \sigma_{ko:h}^2$	MK_3/MK_e
Hold x perioder	$f_{hxp} = (n_h+1)(n_p+1)$	$MK_4 = \sigma_e^2 + \frac{k_4}{(n_h+1)(n_p+1)} \Sigma (hp_{ij})^2$	MK_4/MK_e
Rest (indre)	$N - Ef + 1$	$MK_e = \sigma_e^2$	

k_1 = antal observationer pr. hold x periode - underklasse

$k_2 = -$ - ko
 $k_3 = -$ - hold
 $k_4 = -$ - periode

For prøveudtagningerne i vomvæske og blod blev der tillige i modellen tilføjet effekten, der skyldtes måling l (m_1) med

frihedsgrader N_m+1 , middellekvadrat $MK_5 = \sigma_e^2 + \frac{k_5}{n_m+1} \Sigma m_1^2$ og

$F = MK_5/MK_e$

2. Regressions- og kovariansanalyser efter Snedecor (1956).

3. Duncans "multiple range test" på de periodiske koefficienter inden for hold efter Steel og Torrie (1960). Denne undersøgelse blev kun testet på 5 pct. signifikansniveauet.

KAPITEL 3

Forsøgsresultater

Køernes vægt

I tabel 7 er køernes levende vægt angivet. Dyrene blev vejjet ved hver forsøgsperiodes begyndelse og afslutning. Den i tabel 7 angivne periodiske levendevægt er beregnet som gennemsnit af begyndelses- og slutvægten.

Selvom det tilstræbtes, at køernes vægt inden for forsøg skulle være så ensartet som muligt, var dette under hensyntagen til de øvrige udvalgskriterier ikke altid opnåeligt, idet variansanalysen viste signifikante forskelle mellem kør på begge hold i forsøg 1 og 2 ($P \leq 0,001$), men ikke i forsøg 3. Der var derimod ingen signifikante forskelle mellem hold inden for forsøg. Af tabellen fremgår yderligere, at køernes gennemsnitlige vægt var stigende fra periode I til periode V. Denne forskel mellem perioderne inden for de enkelte forsøg er signifikant ($P \leq 0,01$). Med undtagelse af forsøg 3 fandtes ingen signifikant vekselvirkning mellem hold og perioder inden for forsøg. Heraf kan sluttes at periodeforskellene må være upåvirket af stivelseskilderne.

Køernes mælkeydelse

I tabel 8 er køernes gennemsnitlige daglige mælkeydelse, fedt- og kvælstofprocent, smørfedt- og proteinydelse samt kg 4% mælk angivet. Ved beregning af mælkens proteinindhold blev kvælstofprocenten multipliceret med faktoren 6,37.

Det fremgår af tabel 8, at kørerne i forsøg 1 har haft en mindre nedgang i mælkeydelsen fra periode I til periode II end kørerne i forsøg 2 og 3. F-værdierne fra variansanalysen er anført i tabel 9.

Det fremgår af variansanalysen, at der inden for forsøg med undtagelse af smørfedt og 4% mælk i forsøg 2 samt kg mælk i forsøg 3 ingen signifikante holdforskelle fandtes. Periodeforskellene var derimod signifikante for alle ydelseskriterier med undtagels

Tabel 7 Køernes levendevægt i opsamlingsperioden (kg)
Table 7 Liveweight of the cows in collection period (kg)

Periode	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
<u>Forsøg 1</u>					
Hold 1 (Majs, corn)					
Ko 1	518	500	511	508	515
- 2	556	569	561	571	580
- 3	529	545	540	549	575
- 4	505	524	526	546	555
Gns. (av.)	527	535	535	544	556
Hold 2 (Havre-Tapioka, oats-tapioca)					
Ko 5	531	544	549	555	560
- 6	510	508	495	503	524
- 7	519	532	534	540	555
- 8	489	483	479	485	490
Gns. (av.)	512	517	514	521	532
<u>Forsøg 2</u>					
Hold 1 (Byg, barley)					
Ko 1	478	471	487	498	503
- 2	554	553	566	563	566
- 3	486	504	493	493	493
Gns. (av.)	506	509	515	518	521
Hold 2 (Tapioka, tapioca)					
Ko 5	522	536	513	528	529
- 6	497	488	483	489	524
- 7	458	460	457	473	478
- 8	475	478	470	481	495
Gns. (av.)	488	491	481	493	507
<u>Forsøg 3</u>					
Hold 1 (Havre, oats)					
Ko 1	632	638	619	630	632
- 2	620	619	612	623	628
- 3	628	628	622	640	636
- 4	492	503	507	519	515
Gns. (av.)	593	597	590	603	603
Hold 2 (Kosetter, molassed beet pulp)					
Ko 5	556	568	568	604	600
- 6	472	473	486	505	510
- 7	507	523	533	554	548
- 8	582	601	587	624	615
Gns. (av.)	529	541	544	572	568

Tabel 8 Køernes gennemsnitlige daglige ydelse i opsamlingsperioderne

Table 8 Average daily yield of cows during collection periods

		Mælk Milk kg	Fedt Fat pct.	Kvælstof Nitrogen pct.	Smørfedt Butterfat g	Protein Protein g	4% mælk F.C.M. kg
<u>Forsøg 1</u>							
				Periode I (Soja)			
Hold 1	(Majs, corn)	16,7	3,99	0,50	66,6	533	16,7
- 2	(Havre-Tapioka oats-tapioca)	18,3	4,19	0,51	767	595	18,8
				Periode II (Urea)			
Hold 1	(d.o.)	16,9	3,85	0,52	651	559	16,5
- 2	(d.o.)	15,9	4,09	0,50	650	507	16,1
				Periode III (Soja)			
Hold 1	(d.o.)	16,4	3,70	0,51	607	533	15,7
- 2	(d.o.)	16,0	3,99	0,51	638	520	15,9
				Periode IV (Mangel)			
Hold 1	(d.o.)	15,0	3,87	0,52	581	497	14,8
- 2	(d.o.)	15,3	3,93	0,51	601	497	15,1
				Periode V (Soja)			
Hold 1	(d.o.)	14,5	3,83	0,56	555	518	14,1
- 2	(d.o.)	15,4	4,18	0,55	643	539	15,8

Forsøg 2

		Periode I (Soja)					
Hold	1 (Byg, barley)	21,2	3,83	0,48	812	649	20,7
-	2 (Tapioka, tapioca)	20,6	3,71	0,46	764	604	19,7
		Periode II (Urea)					
Hold	1 (d.o.)	18,5	3,90	0,50	722	590	18,3
-	2 (d.o.)	17,1	3,70	0,51	633	556	16,3
		Periode III (Soja)					
Hold	1 (d.o.)	17,7	4,13	0,52	731	586	18,0
-	2 (d.o.)	16,2	3,82	0,54	619	557	15,8
		Periode IV (Mangel)					
Hold	1 (d.o.)	14,3	4,18	0,52	598	473	14,7
-	2 (d.o.)	12,2	4,07	0,55	497	427	12,3
		Periode V (Soja)					
Hold	1 (d.o.)	14,2	4,01	0,56	569	507	14,3
-	2 (d.o.)	14,0	3,99	0,59	559	526	14,0

Forsøg 3

		Periode I (Soja)					
Hold	1 (Havre, oats)	20,8	4,25	0,51	884	676	21,6
-	2 (Kosetter, mol. beet pulp)	23,9	3,88	0,46	927	700	23,4
		Periode II (Urea)					
Hold	1 (d.o.)	15,7	4,01	0,53	630	531	15,7
-	2 (d.o.)	19,1	3,69	0,50	705	609	18,2
		Periode III (Soja)					
Hold	1 (d.o.)	13,5	3,94	0,53	532	456	13,4
-	2 (d.o.)	17,1	3,82	0,50	653	545	16,6
		Periode IV (Mangel)					
Hold	1 (d.o.)	11,8	3,86	0,53	455	399	11,6
-	2 (d.o.)	12,5	3,78	0,52	473	414	12,1
		Periode V (Soja)					
Hold	1 (d.o.)	10,8	4,11	0,55	444	378	11,0
-	2 (d.o.)	10,2	4,00	0,57	408	370	10,2

Tabel 9 F-værdier for keernes mælkeydelse

Table 9 F-values of milk yield

	f	Mælk Milk kg	Fedt Fat pct.	Kvælstof Nitrogen pct.	Smørfedt Butterfat g	Protein Protein g	4% mælk 4% FCM kg
<u>Forseg 1^a</u>							
Periøder	4	4,21 ²	3,56 ¹	16,78 ³	7,72 ³	2,49	6,14 ²
Hold C	1	0,04	1,10	0,07	1,02	0,02	0,44
Keer hold 1	3	7,77 ³	20,92 ³	37,21 ³	1,30	0,93	3,38 ¹
- - 2	3	12,18 ³	17,90 ³	20,37 ³	15,35 ³	7,28 ²	13,44 ³
Periøder x hold	4	1,09	0,72	1,07	1,41	1,53	1,29
<u>Forseg 2^b</u>							
Periøder	4	25,97 ³	3,25 ¹	39,79 ³	20,17 ³	8,33 ³	24,30 ³
Hold d	1	2,91	0,43	0,59	21,03 ²	1,60	19,97 ²
Keer hold 1	2	3,15 ¹	11,48 ³	19,95 ³	0,47	0,88	0,59
- - 2	3	0,69	5,42 ²	3,72 ¹	1,07	1,17	0,47
Periøder x hold	4	0,39	0,42	3,93	0,92	0,41	0,67
<u>Forseg 3^a</u>							
Periøder	4	41,95 ³	1,98	7,05 ³	50,57 ³	24,17 ³	48,47 ³
Hold C	1	6,68 ¹	1,00	1,14	0,64	1,00	1,73
Keer hold 1	3	1,43	0,70	4,35 ¹	2,01	1,81	1,80
- - 2	3	1,58	15,01 ³	6,51 ²	8,95 ³	3,74 ¹	5,06 ²
Periøder x hold	4	1,78	0,43	1,84	1,21	0,67	1,42

1) $p \leq 0,05$ 2) $p \leq 0,01$ 3) $p \leq 0,001$

a) f rest = 24 b) f rest = 20 c) f rest = 6

d) f rest = 5

af g protein i forsøg 1 samt fedtprocenten i forsøg 3. Inden for forsøg fandtes ingen signifikant vekselvirkning mellem hold og perioder, hvilket medfører, at stivelseskilderne ikke har haft indflydelse på den periodiske variation i de enkelte forsøg.

Da kærerne har haft en naturlig ydelsesnedgang gennem laktationen fra periode I til periode V, vil en væsentlig del af periodeforskellene være et udtryk for kærernes aftagende mælkeydelse. Afhængigt af ydelsesniveauet i periode I har ydelsesnedgangen i 4% mælk fra sojaperiode I til ureaperiode II inden for forsøg været størst for havre-tapioka-, tapioka- og havreholdet. Derimod har de samme hold haft en mindre ydelsesnedgang fra ureaperiode II til sojaperiode III. Ydelsesnedgangen fra sojaperiode III til mangelperiode IV har igen været stigende; generelt er nedgangen dog med undtagelse af forsøg 2 på grund af det fremskredne laktationstidspunkt ikke af tilsvarende omfang som i de første perioder.

Forskellen i 4% mælk mellem hold i forsøg 2 skyldes den gennemsnitlig signifikant lavere smørfedtydelse for tapiokaholdet. Den signifikante forskel i kg mælk mellem hold i forsøg 3 beror på, at havreholdets mælkeydelse fra forsøgets begyndelse har været lavere end kosetholdets mælkeydelse.

Tabel 9 viser, at stigningen i mælkens kvælstofkoncentration har været signifikant med aftagende mælkeydelse fra periode I til periode V inden for alle forsøg. Korrelationen mellem de to kriterier var $+0,55$ ($P \leq 0,001$) for totalmaterialet.

Urinstofkoncentrationen i mælken

Mælkens urinstofkoncentration er i pct. af total-N i mælken angivet i tabel 10.

Det fremgår af tabel 10, at urinstof gennemsnitligt udgjorde mellem 1,2-3,3 pct. af total-N i mælken for sojaperioderne og mellem 1,9-3,3 pct. for ureaperioderne. I mangelperioden varierede koncentrationen fra 0,9-2,2 pct. På grund af forskel-

Tabel 10 Urinstof-N i pct. af total-N i mælk
Table 10 Urea-N in per cent of total-N in milk

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
<u>Forsøg 1</u>					
Hold 1 (Majs, corn)					
Ko 1	2,97	4,05	3,89	2,53	2,54
- 2	2,66	2,79	2,69	1,99	2,11
- 3	2,48	2,65	2,67	1,59	2,45
- 4	3,12	3,54	3,63	1,94	2,68
Gns. (av.)	2,81	3,26	3,22	2,01	2,45
Hold 2 (Havre-Tapioka, oats-tapioca)					
Ko 5	3,26	3,19	3,27	2,59	2,74
- 6	2,94	2,79	2,44	1,57	2,38
- 7	3,42	3,38	3,10	2,35	2,67
- 8	3,54	3,86	3,02	2,27	2,70
Gns. (av.)	3,29	3,31	2,96	2,20	2,62
<u>Forsøg 2</u>					
Hold 1 (Byg, barley)					
Ko 1	-	2,70	2,12	2,83	1,43
- 2	-	1,44	1,41	2,82	1,21
- 3	2,61	2,55	1,85	0,62	1,02
Gns. (av.)	2,61	2,23	1,79	2,09	1,22
Hold 2 (Tapioka, tapioca)					
Ko 5	3,06	2,14	1,87	1,13	1,30
- 6	2,90	2,68	2,21	0,76	1,42
- 7	2,51	1,99	1,54	0,73	1,33
- 8	2,38	1,92	1,46	0,93	1,17
Gns. (av.)	2,71	2,18	1,77	0,89	1,31
<u>Forsøg 3</u>					
Hold 1 (Havre, oats)					
Ko 1	2,07	1,80	1,90	2,04	2,19
- 2	1,82	1,84	1,40	2,19	1,09
- 3	2,13	1,96	1,42	1,75	1,93
- 4	2,34	2,12	1,61	1,67	2,09
Gns. (av.)	2,09	1,93	1,58	1,91	1,83
Hold 2 (Kosetter, molassed beet pulp)					
Ko 5	2,88	2,06	1,77	1,07	2,12
- 6	1,83	2,27	1,88	1,17	1,63
- 7	2,10	1,97	2,07	1,00	1,54
- 8	2,62	2,18	1,94	1,42	2,20
Gns. (av.)	2,36	2,12	1,92	1,17	1,87

lige analysemetoder i henholdsvis forsøg 1 og forsøgene 2 og 3 kan værdierne i forsøg 1 være bestemt noget højere end i de andre to forsøg, idet reaktionen med Nessler's reagens var meget følsom og kunne resultere i for høje værdier.

Variansanalysen viste signifikante periode forskelle inden for alle forsøg ($P \leq 0,001$), hvorimod der ikke fandtes statistisk sikre forskelle mellem hold inden for forsøg. Duncans "multiple range" test viste inden for hold ingen signifikante forskelle mellem ureaperioden og sojaperioderne III, I, (I, III, V), I, (I, V) og (I, III, V) i henholdsvis majs-, havre-tapioka-, byg-, tapioka-, havre- og kosetholdet. Derimod var mangelperiode IV signifikant lavere end både urea- og sojaperioderne i majs-, havre-tapioka- og kosetholdet, hvilket antyder, at foderets proteinniveau har en indflydelse på ureaudskillelsen i mælken. Desuden viser undersøgelsen, at der i sammenligning med sojaperioderne ikke er en signifikant forøgelse af urinstofudskillelsen i mælken ved anvendelse af urea i foderet til malkekøer. Tilsvarende koncentrationer som i ureaperioderne har kunnet opnås ved anvendelse af sojaskrå som proteinkilde. Lignende forskelle blev også fundet af Rohr (1962) og Møller (1964).

Mellem urinstofkoncentrationen i blodplasmaet og urinstofkoncentrationen i mælken blev fundet følgende sammenhæng:

$$y = 5,41 + 0,792x, r = 0,70^{***}, s = 5,49$$

hvor y = urinstofkoncentrationen i mælk (mg/100 ml) og

x = urinstofkoncentrationen i blodplasma (mg/100 ml).

Det fremgår af ligningen, at en stigning på 10 mg urinstof pr. 100 ml blodplasma vil medføre en forøgelse af urinstofudskillelsen i mælken på 7,9 mg pr. 100 ml. Desuden kan der med korrelationskoefficienten forklares 49 pct. ($r^2 \times 100$) af variationen i mælkens urinstofkoncentration gennem variationen i blodets urinstofkoncentration.

Optagelsen og fordøjelsen af næringsstoffer

De gennemsnitlige daglige mængder af tørstof, organisk stof, kvælstof, renprotein-N, fedt, NFE, træstof samt energi, som kørerne har optaget og fordøjet, er anført i tabellerne 11-17.

F-værdierne for periode- og holdforskellene inden for forsøg er anført i tabel 18.

Det fremgår af tabellerne og F-værdierne, at der i forsøg 1 fandtes signifikante periodeforskelle for fordøjet organisk stof, kvælstof samt træstof, men ikke for de øvrige næringsstoffer. Den signifikante periodiske forskel for de nævnte næringsstoffer skyldes, at de fordøjede mængder gennemsnitlig har været lavere i N-mangelperiode IV end i de øvrige perioder. Dette kan bero på den lavere kvælstofoptagelse, der medfører en nedsat forgæring i vommen. Desuden er der på grund af ydelsesnedgangen optaget lavere næringsstofmængder i sojaperiode V end i sojaperioderne I og III. Mellem hold påvistes signifikante forskelle for fordøjet kvælstof samt fedtmængderne. For kvælstof beror dette på, at havre-tapiokaholdet med undtagelse af periode IV har optaget og fordøjet mere kvælstof end majsholdet. For fedtmængdernes vedkommende har majsholdet derimod især i periode II optaget og fordøjet mere fedt end havre-tapiokaholdet.

I forsøg 2 fandtes - med undtagelse af fordøjet træstof - signifikante periodiske forskelle for de øvrige næringsstoffer. Her er der bortset fra fedtmængderne gennemsnitlig fordøjet lavere næringsstofmængder i mangelperioderne, hvor kærerne ikke fik tildelt ekstra kvælstof. I dette forsøg har kærerne ligeledes på grund af ydelsesnedgangen en lavere næringsstofoptagelse i sojaperiode V end i sojaperiode I og III. Mellem hold fandtes derimod i dette forsøg kun signifikante forskelle for de fordøjede træstofmængder, idet tapiokaholdet både har optaget og fordøjet større træstofmængder end bygholdet.

I forsøg 3 fandtes signifikante periodeforskelle for alle fordøjede næringsstoffer. Dette skyldes, at kærerne i dette forsøg som anført blev fodret efter ydelse. I dette forsøg fandtes også signifikante holdforskelle i tørstof og træstof. For tørstof hænger dette sammen med den signifikant højere mælkeydelse for køseholdet, især ved forsøgets start (tabel 8). Forskellen i de fordøjede træstofmængder beror på den større træstofftilførsel med havre. Der er endvidere fordøjet signifikant lavere mængder organisk stof, NFE og Mcal for havreholdet end for køseholdet.

Tabel 11. Kg optaget og fordøjet tørstof i foder pr. dag.

Table 11. Kg dry matter ingested and digested in feed per day.

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
----------	-------------	--------------	---------------	----------------	-------------

Forsøg 1

Hold 1 (Majs, corn)

optaget (ingested)	14,1	14,0	14,5	13,8	13,8
fordøjet (digested)	9,9	9,6	10,1	9,8	10,0

Hold 2 (Havre-tapioka, oats-tapioca)

optaget (ingested)	15,2	14,9	14,4	14,2	14,7
fordøjet (digested)	10,7	10,4	10,3	9,6	10,5

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)

optaget (ingested)	14,6	15,1	14,7	13,7	14,2
fordøjet (digested)	10,1	10,5	10,6	9,7	10,1

Hold 2 (Tapioka, tapioca)

optaget (ingested)	15,1	15,1	14,5	13,7	13,8
fordøjet (digested)	10,7	10,2	10,3	9,0	9,8

Forsøg 3

Hold 1 (Havre, oats)

optaget (ingested)	14,7	14,0	12,9	12,5	12,0
fordøjet (digested)	10,3	10,1	10,1	9,2	8,6

Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)

optaget (ingested)	15,9	15,3	13,7	12,7	12,0
fordøjet (digested)	12,4	11,1	10,1	8,9	8,7

Tabel 12. Kg optaget og fordøjet organisk stof i foder pr. dag.

Table 12. Kg organic matter ingested and digested in feed per day.

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
----------	-------------	--------------	---------------	----------------	-------------

Forsøg 1

Hold 1 (Majs, corn)

optaget (ingested)	12,4	12,4	12,8	11,7	12,1
fordøjet (digested)	9,4	9,2	9,5	8,8	9,4

Hold 2 (Havre-tapioka, oats-tapioca)

optaget (ingested)	13,3	12,6	13,0	12,0	12,7
fordøjet (digested)	10,1	9,3	9,9	8,6	9,7

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)

optaget (ingested)	13,5	14,0	13,6	12,5	12,9
fordøjet (digested)	9,8	10,2	10,3	9,2	9,6

Hold 2 (Tapioka, tapioca)

optaget (ingested)	13,9	13,8	13,3	12,4	12,3
fordøjet (digested)	10,5	10,0	10,1	8,7	9,4

Forsøg 3

Hold 1 (Havre, oats)

optaget (ingested)	13,5	12,8	11,8	11,3	10,9
fordøjet (digested)	9,9	9,6	9,5	8,7	8,2

Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)

optaget (ingested)	14,6	13,9	12,4	11,5	10,9
fordøjet (digested)	11,7	10,5	9,6	8,5	8,3

Tabel 13. g optaget og fordøjet kvælstof i foder pr. dag.

Table 13. g nitrogen ingested and digested in feed per day.

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
<u>Forsøg 1</u>					
Hold 1 (Majs, corn)					
optaget (ingested)	350	339	377	281	325
fordøjet (digested)	226	223	254	165	211
Hold 2 (Havre-tapioka, oats-tapioca)					
optaget (ingested)	395	342	400	280	360
fordøjet (digested)	271	238	289	163	248
<u>Forsøg 2</u>					
Hold 1 (Byg, barley)					
optaget (ingested)	335	346	329	251	306
fordøjet (digested)	208	227	213	143	188
Hold 2 (Tapioka, tapioca)					
optaget (ingested)	365	341	337	249	302
fordøjet (digested)	248	219	218	137	184
<u>Forsøg 3</u>					
Hold 1 (Havre, oats)					
optaget (ingested)	369	322	299	243	259
fordøjet (digested)	247	223	216	156	156
Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)					
optaget (ingested)	411	350	338	251	264
fordøjet (digested)	291	223	223	140	167

Tabel 14. g optaget og fordøjet fedt i foder pr. dag.

Table 14. g fat ingested and digested in feed per day.

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
----------	-------------	--------------	---------------	----------------	-------------

Forsøg 1

Hold 1 (Majs, corn)

optaget (ingested)	349	413	358	327	388
fordøjet (digested)	186	266	203	201	219

Hold 2 (Havre-tapioka, oats-tapioca)

optaget (ingested)	354	295	328	349	339
fordøjet (digested)	191	158	172	208	191

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)

optaget (ingested)	321	348	342	375	384
fordøjet (digested)	134	153	165	191	217

Hold 2 (Tapioka, tapioca)

optaget (ingested)	314	384	308	429	264
fordøjet (digested)	166	184	143	244	104

Forsøg 3

Hold 1 (Havre, oats)

optaget (ingested)	572	517	382	329	362
fordøjet (digested)	361	350	268	194	178

Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)

optaget (ingested)	593	529	478	346	451
fordøjet (digested)	436	337	301	163	292

Tabel 15. Kg optaget og fordøjet NFE i foder pr. dag.

Table 15. Kg NFE ingested and digested in feed per day.

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
<u>Forsøg 1</u>					
Hold 1 (Majs, corn)					
optaget (ingested)	7,7	8,0	7,9	7,5	7,6
fordøjet (digested)	6,2	6,3	6,3	6,1	6,2
Hold 2 (Havre-tapioka, oats-tapioca)					
optaget (ingested)	8,0	8,0	7,8	7,7	7,8
fordøjet (digested)	6,5	6,4	6,3	6,0	6,3
<u>Forsøg 2</u>					
Hold 1 (Byg, barley)					
optaget (ingested)	8,1	8,6	8,0	7,6	7,4
fordøjet (digested)	6,3	6,7	6,6	6,0	5,8
Hold 2 (Tapioka, tapioca)					
optaget (ingested)	7,8	8,1	7,4	7,2	7,1
fordøjet (digested)	6,2	6,4	6,0	5,3	5,8
<u>Forsøg 3</u>					
Hold 1 (Havre, oats)					
optaget (ingested)	7,7	7,4	6,9	6,7	6,4
fordøjet (digested)	6,0	5,9	5,8	5,5	5,3
Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)					
optaget (ingested)	8,3	8,1	7,0	6,7	6,3
fordøjet (digested)	7,1	6,6	5,8	5,4	5,2

Tabel 16. Kg optaget og fordøjet træstof i foder pr. dag.

Table 16. Kg crude fibre ingested and digested in feed per day.

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
----------	-------------	--------------	---------------	----------------	-------------

Forsøg 1

Hold 1 (Majs, corn)

optaget (ingested)	2,2	2,1	2,2	2,1	2,2
fordøjet (digested)	1,5	1,5	1,4	1,5	1,6

Hold 2 (Havre-tapioka, oats-tapioca)

optaget (ingested)	2,5	2,4	2,4	2,2	2,3
fordøjet (digested)	1,7	1,6	1,6	1,3	1,6

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)

optaget (ingested)	2,8	2,9	2,9	2,7	2,9
fordøjet (digested)	1,8	1,9	2,0	1,9	2,1

Hold 2 (Tapioka, tapioca)

optaget (ingested)	3,2	3,3	3,1	3,0	2,7
fordøjet (digested)	2,2	2,2	2,2	2,0	2,0

Forsøg 3

Hold 1 (Havre, oats)

optaget (ingested)	2,9	2,8	2,7	2,7	2,5
fordøjet (digested)	1,9	2,0	2,1	2,0	1,8

Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)

optaget (ingested)	3,1	3,0	2,8	2,9	2,4
fordøjet (digested)	2,4	2,2	2,0	2,1	1,8

Tabel 17. Optaget og fordøjet Mcal i foder pr. dag.
Table 17. Mcal ingested and digested in feed per day.

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
<u>Forsøg 1</u>					
Hold 1 (Majs, corn)					
optaget (ingested)			I.A. x)		
fordøjet (digested)xx)	41,6	42,2	42,4	39,0	41,7
Hold 2 (Havre-tapioka, oats-tapioca)					
optaget (ingested)			I.A. x)		
fordøjet (digested)xx)	44,9	42,4	44,3	38,1	43,1
 <u>Forsøg 2</u>					
Hold 1 (Byg, barley)					
optaget (ingested)	62,4	61,9	61,8	56,0	58,5
fordøjet (digested)	42,2	42,1	45,0	39,3	41,6
Hold 2 (Tapioka, tapioca)					
optaget (ingested)	63,3	62,4	59,5	55,9	55,4
fordøjet (digested)	46,1	42,7	42,5	35,4	40,2
 <u>Forsøg 3</u>					
Hold 1 (Havre, oats)					
optaget (ingested)	63,8	62,4	56,7	53,6	51,1
fordøjet (digested)	44,7	45,4	44,4	39,8	37,1
Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)					
optaget (ingested)	70,5	65,7	57,8	54,6	53,1
fordøjet (digested)	55,5	47,6	42,5	38,8	38,8

x) Ikke analyseret (Not analysed)

xx) Beregnet efter Hoffmann (1969)

Tabel 18. F-værdier for næringsstoffer fordøjet.

Table 18. F-values of nutrients digested.

		<u>Tørstof</u>	<u>Org.stof</u>	<u>Kvælstof</u>	<u>Fedt</u>	<u>NFE</u>	<u>Træstof</u>	<u>Kcal</u>
	f	DM	OM	N	EE	NFE	CF	Kcal
<u>Forsøg 1^a</u>								
Perioder	4	1.82	5.44 ²	73.86 ³	1.51	0.67	8.74 ³	-
Hold ^c	1	1.44	0.58	17.47 ²	15.99 ²	0.08	0.39	-
Køer hold 1	3	6.52 ²	4.48 ¹	2.96	0.81	3.00	21.74 ³	-
Køer hold 2	3	1.64	2.53	0.99	1.76	3.21	2.59	-
Perioder x hold 4	4	1.23	0.80	3.79 ¹	8.44 ³	0.26	4.23 ²	-
<u>Forsøg 2^b</u>								
Perioder	4	3.16 ¹	3.88 ¹	48.63 ³	7.04 ²	3.39 ¹	1.86	5.83 ¹
Hold ^d	1	0.59	0.22	1.54	0.14	3.52	6.06 ¹	0.30
Køer hold 1	2	1.66	1.19	0.69	1.72	1.28	4.18	1.99
Køer hold 2	3	0.74	0.92	0.82	1.06	0.93	1.22	1.01
Perioder x hold 4	4	0.99	0.81	3.66 ¹	10.57 ³	0.53	4.35 ¹	1.74
<u>Forsøg 3^a</u>								
Perioder	4	23.63 ³	21.99 ³	48.52 ³	33.60 ³	16.32 ³	10.87 ³	23.84
Hold ^c	1	9.68 ²	8.48 ²	1.62	2.06	6.85 ¹	15.67 ²	6.10
Køer hold 1	3	0.74	0.90	1.56	2.13	0.90	0.05	1.09
Køer hold 2	3	0.98	0.83	1.04	4.82 ²	1.19	1.32	1.07
Perioder x hold 4	4	4.39 ²	3.66 ¹	2.36	4.07 ¹	4.10 ¹	5.63 ²	5.90

1) $P \leq 0.05$ 2) $P \leq 0.01$ 3) $P \leq 0.001$

a) f rest = 24 b) f rest = 20

c) f rest = 6 d) f rest = 5

I ureaperioderne havde bygholdet den højeste NFE optagelse på 8,6 kg pr. dag og havreholdet den laveste på 7,4 kg, medens de øvrige hold havde optaget ca. 8 kg NFE pr. dag. Tabel 15 viser, at træstofoptagelsen i ureaperioderne var højest for tapioka- og kosetholdet efterfulgt af byg- og havreholdet, medens majs- og havre-tapiokaholdet havde den laveste træstofoptagelse. Tapiokaholdet havde på grund af det høje procentiske træstofindhold i tapioka (ca. 10%) den største gennemsnitlige træstofoptagelse i alle perioder.

Den gennemsnitlige daglige kalorieoptagelse er vist i tabel 17. I forsøg 1 blev der ikke foretaget kaloriebestemmelser, men fordøjelige kalorier blev beregnet efter energiligningssystemet af Hoffmann (1969). I normalperioderne har det laveste og højeste daglige indhold været 37,1 og 55,5 fordøjelige Mcal for henholdsvis havreholdet periode V og kosetholdet periode I. I urea- og mangelperioderne blev der henholdsvis optaget fra 42,1-47,6 og fra 35,4-39,8 fordøjelige Mcal pr. dag.

Det fremgår desuden af tabel 18, at der kun har været signifikante forskelle mellem kør for hold 1 i forsøg 1 samt for fedt i forsøg 3 hold 2, hvilket viser, at kørernes fodring inden for de øvrige hold har været meget ensartet. Variationen i næringsstoffordøjelsen mellem kør i hold 1 forsøg 1 skyldes særligt, at ko nr. 1 og 3 i enkelte perioder har haft foderrester.

I tabel 19 er de gennemsnitlige daglige mængder optaget og fordøjet renprotein-N anført, medens tabel 20 viser renprotein-N i pct. af total-N. I forsøg 1 blev der ikke foretaget renproteinbestemmelser. I forsøg 2 udgjorde renprotein-N i sojaperioderne for begge hold mellem 80,5-85,1 pct., medens renprotein-N i henholdsvis urea- og mangelperioderne gennemsnitlig var 62,9 og 76,6 pct. Variationsanalysen viste signifikante forskelle mellem perioder ($p \leq 0,001$), men ikke mellem

hold. I forsøg 3 var renproteinets procentiske andel af total-N i de enkelte perioder højere for havreholdet end for kosetholdet, og den største forskel fandtes for mangelperioderne. Dette skyldes ikke en væsentlig forskel i de absolut optagne renproteinmængder, men en større total-N optagelse for kosetholdet. Forskellene mellem hold var statistisk sikre ($P \leq 0,01$). Signifikante periodeforskelle fandtes også i dette forsøg ($P \leq 0,001$). De laveste procentiske renproteinmængder blev fundet i ureaperioderne og mangelperioderne. Tabel 19 viser dog, at de absolut laveste mængder renprotein blev givet i mangelperioderne for begge forsøg.

Tabel 21 udtrykker foderrationens totale kvælstofkoncentration. I litteraturen angives, at grundfoderets kvælstofkoncentration ikke bør overstige ca. 2,0-2,5%, såfremt mikroorganismerne i vommen skal kunne udnytte et N-tilskud i form af urea (Balch og Campling 1961, Mason 1971b). Ørskov et al. (1971b, 1972) benyttede et grundfoder med 1,5-1,6% N til får. Denne betingelse har i disse forsøg været opfyldt, idet mangelperiodernes kvælstofindhold har varieret fra 1,8-2,0%, medens ureaperioderne indeholdt fra 2,3-2,4% N (grundfoder + urea). I sojaperioderne varierede kvælstofindholdet fra 2,2-2,8%. Variansanalysen viste, at der fandtes signifikante periodeforskelle i alle forsøg ($P \leq 0,001$). Holdforskellene var på grund af tidligere nævnte årsager dog kun signifikant i forsøg 3 ($P \leq 0,05$).

Da det også er af interesse at kende foderrationens træstofkoncentration, er denne angivet i % af tørstof i tabel 22. I forsøg 1 varierede træstofkoncentrationen fra 15,0-16,7%, medens der i forsøg 2 og 3 var fra 19,2-22,8% træstof i foderrationen. I ureaperioderne varierede værdierne i forsøg 1 fra 15,0-16,1%, i forsøg 2 fra 19,2-21,9% og i forsøg 3 fra 19,6-20,0%. Variansanalysen viste signifikante periodeforskelle for forsøg 2 og 3 ($P \leq 0,01$), men ikke for forsøg 1. I forsøg 2 har byggholdets træstofkoncentration været svagt stigende fra periode I til periode V, medens koncentrationen for tapiokaholdet har været lavest i periode V. I forsøg 3 har træstofkoncentrationen særligt for kosetholdet været højest i periode IV. Det-

Tabel 19 g optaget og fordøjet renprotein-N i foder pr. dag

Table 19 g true protein-N ingested and digested in feed per day

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
----------	-------------	--------------	---------------	----------------	-------------

Forsøg 1

I.A.*

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)

optaget (ingested)	285	221	270	193	246
--------------------	-----	-----	-----	-----	-----

fordøjet (digested)	178	110	169	102	145
---------------------	-----	-----	-----	-----	-----

Hold 2 (Tapioka,
tapioca)

optaget (ingested)	307	211	277	190	255
--------------------	-----	-----	-----	-----	-----

fordøjet (digested)	203	108	175	89	154
---------------------	-----	-----	-----	----	-----

Forsøg 3

Hold 1 (Havre, oats)

optaget (ingested)	321	217	248	196	210
--------------------	-----	-----	-----	-----	-----

fordøjet (digested)	214	133	179	126	133
---------------------	-----	-----	-----	-----	-----

Hold 2 (Kosetter,
mol. beet pulp)

optaget (ingested)	335	222	273	185	199
--------------------	-----	-----	-----	-----	-----

fordøjet (digested)	237	120	179	97	122
---------------------	-----	-----	-----	----	-----

*Ikke analyseret (not analysed)

Tabel 20 Renprotein-N i % af total-N

Table 20 True protein-N in per cent of total-N

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
----------	-------------	--------------	---------------	----------------	-------------

Forsøg 1

I.A.*

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)	85,1	63,7	82,1	77,0	80,5
----------------------	------	------	------	------	------

- 2 (Tapioka, tapioca)	84,1	62,0	82,1	76,1	84,5
---------------------------	------	------	------	------	------

Forsøg 3

Hold 1 (Havre, oats)	87,0	67,3	82,8	80,7	81,1
----------------------	------	------	------	------	------

- 2 (Kosetter, mol. beet pulp)	81,6	63,5	80,6	73,7	75,1
-----------------------------------	------	------	------	------	------

*Ikke analyseret (not analysed)

Tabel 21 Kvalstofkoncentrationen i foderrationen (pct. af tørstof)

Table 21 Nitrogen concentration in the ration (per cent of dry matter)

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
<u>Forsøg 1</u>					
Hold 1 (Majs, corn)	2,48	2,44	2,60	2,03	2,36
- 2 (Havre-Tap., oats-tapioca)	2,60	2,30	2,78	1,98	2,46
<u>Forsøg 2</u>					
Hold 1 (Byg, barley)	2,29	2,30	2,23	1,83	2,16
- 2 (Tapioka, tapioca)	2,42	2,26	2,32	1,82	2,19
<u>Forsøg 3</u>					
Hold 1 (Havre, oats)	2,51	2,31	2,32	1,94	2,17
- 2 (Kosetter, mol. beet pulp)	2,57	2,30	2,47	1,98	2,21

Tabel 22 Træstof i pct. af tørstof

Table 22 Crude fibre in per cent of dry matter

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
<u>Forsøg 1</u>					
Hold 1 (Majs, corn)	15,6	15,0	15,2	15,2	15,9
- 2 (Havre-Tap., oats-tapioca)	16,4	16,1	16,7	15,5	15,6
<u>Forsøg 2</u>					
Hold 1 (Byg, barley)	19,2	19,2	19,7	19,7	20,4
- 2 (Tapioka, tapioca)	21,2	21,9	21,4	21,9	19,6
<u>Forsøg 3</u>					
Hold 1 (Havre, oats)	19,7	20,0	20,9	21,6	20,8
- 2 (Kosetter mol. beet pulp)	19,5	19,6	20,4	22,8	20,0

te er en følge af, at træstofindholdet i både roetopensilagen og høet steg med henholdsvis 3,2 og 2,9 procentenheder i forhold til periode III (se tabel 1 i appendixheftet). Mellem hold fandtes kun signifikante forskelle i forsøg 2 ($P \leq 0,001$). Årsagen var som før nævnt det højere træstofindhold i det benyttede tapioka.

KAPITEL 4

Næringsstofferne fordøjelighed

Periodernes gennemsnitlige tilsyneladende fordøjelighedskoefficienter for de enkelte næringsstoffer tørstof, organisk stof, kvælstof, fedt, NFE, træstof og energi samt de respektive spredninger på gennemsnittet ($s_{\bar{x}}$) er vist i tabellerne 23-30. F-værdierne fra variansanalysen over fordøjelighedskoefficienterne er anført i tabel 31. Inden for forsøg fandtes med undtagelse af kvælstof i forsøg 1 og 3 ingen signifikante forskelle mellem hold for de enkelte næringsstoffer.

Den signifikante holdforskel i fordøjelighedskoefficienterne for kvælstof i forsøg 1 beror på havre-tapiokaholdets absolutte signifikante større N-optagelse og N-fordøjelighed ($P \leq 0,05$). Der var derimod ingen signifikant forskel i kvælstofudskillelsen i gødningen mellem de to hold (tabel 32). Forskellen i kvælstoffordøjelighedskoefficienterne mellem havre- og kosetholdet i forsøg 3 skyldes de lavere fordøjelighedskoefficienter for kosetholdet. Den absolutte N-optagelse og N-udskillelse i gødningen var signifikant større for koset- end for havreholdet ($P \leq 0,01$), hvorimod forskellen i de fordøjede kvælstofmængder ikke var signifikant (tabel 18). De større kvælstofmængder i gødningen for kosetholdet skyldes ikke individuelle forskelle mellem kærne, da disse forskelle ifølge tabel 33 ikke var signifikante. Årsagen til uligheden mellem holdene kan derimod bero på en større bakterieproduktion i vommen ved fodring med

Tabel 23. Fordøjelighedskoefficienter for tørstof.

Table 23. Digestibility coefficients for dry matter.

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
<u>Forsøg 1</u>					
Hold 1 (Majs, corn)	70,0	68,7	69,3	70,7	72,2
$\pm S \bar{x}$	0,5	0,9	2,0	1,7	0,5
D.m.r. test $\bar{x}$)					
Hold 2 (Havre-tapioka, oats-tapioca)	70,4	69,6	71,9	67,8	71,8
$\pm S \bar{x}$	0,3	0,5	0,7	0,4	0,2
D.m.r. test $\bar{x}$)					
<u>Forsøg 2</u>					
Hold 1 (Byg, barley)	69,0	69,0	71,9	70,9	70,7
$\pm S \bar{x}$	1,5	1,7	1,3	1,2	0,6
D.m.r. test $\bar{x}$)					
Hold 2 (Tapioka, tapioca)	71,1	67,5	71,3	65,5	70,7
$\pm S \bar{x}$	0,0	1,3	0,5	1,1	0,7
D.m.r. test $\bar{x}$)					
<u>Forsøg 3</u>					
Hold 1 (Havre, oats)	70,3	72,4	78,2	73,2	71,4
$\pm S \bar{x}$	0,3	0,6	0,5	1,0	0,3
D.m.r. test $\bar{x}$)					
Hold 2 (kosetter, mol. beet pulp)	77,9	73,0	73,7	69,7	73,0
$\pm S \bar{x}$	0,9	1,3	0,6	0,5	1,3
D.m.r. test $\bar{x}$)					

x) Duncans "multiple range" test.

Tabel 24. Fordøjelighedskoefficienter for organisk stof.

Table 24. Digestibility coefficients for organic matter.

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
----------	-------------	--------------	---------------	----------------	-------------

Forsøg 1

Hold 1 (majs, corn)	75,4	74,4	75,7	75,2	77,1
$\pm S \bar{x}$	0,2	0,8	0,7	1,3	0,4

D.m.r. test ^{x)}

Hold 2 (Havre-tapioka, oats-tapioca)	75,7	74,0	76,1	71,7	76,2
$\pm S \bar{x}$	0,2	0,6	0,6	0,7	0,2

D.m.r. test ^{x)}

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)	72,1	72,8	76,1	74,2	74,2
$\pm S \bar{x}$	1,2	1,5	0,8	1,2	0,5

D.m.r. test ^{x)}

Hold 2 (Tapioka, tapioca)	75,4	72,2	75,9	69,9	76,4
$\pm S \bar{x}$	0,4	1,3	0,6	0,8	0,5

D.m.r. test ^{x)}

Forsøg 3

Hold 1 (Havre, oats)	73,3	75,1	80,4	77,2	75,9
$\pm S \bar{x}$	0,4	0,5	0,4	0,9	0,3

D.m.r. test ^{x)}

Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)	80,2	75,8	77,0	73,7	76,8
$\pm S \bar{x}$	0,7	1,0	0,5	0,3	1,3

D.m.r. test ^{x)}

^{x)} Duncans "multiple range" test.

Tabel 25. Fordøjelighedskoefficienter for kvælstof.

Table 25. Digestibility coefficients for nitrogen.

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
----------	-------------	--------------	---------------	----------------	-------------

Forsøg 1

Hold 1 (Majs, corn)	64,6	65,6	68,8	58,9	64,8
$\pm S \bar{x}$	0,8	1,1	0,8	0,6	0,6
D.m.r. test x)					
Hold 2 (Havre-tapioka, oats-tapioca)	68,4	69,6	72,3	58,4	68,9
$\pm S \bar{x}$	0,7	0,2	0,3	1,4	0,6
D.m.r. test x)					

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)	62,4	65,4	64,6	57,3	61,6
$\pm S \bar{x}$	4,0	1,6	1,4	1,9	0,5
D.m.r. test x)					
Hold 2 (Tapioka, tapioca)	67,9	64,3	64,9	55,1	60,9
$\pm S \bar{x}$	0,4	0,4	0,4	1,1	1,0
D.m.r. test x)					

Forsøg 3

Hold 1 (Havre, oats)	66,9	69,0	72,0	64,1	60,2
$\pm S \bar{x}$	0,9	1,1	0,6	0,9	1,2
D.m.r. test x)					
Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)	70,8	63,7	65,9	55,9	62,8
$\pm S \bar{x}$	0,9	1,6	0,6	0,6	1,5
D.m.r. test x)					

x) Duncans "multiple range" test

Tabel 26. Fordøjelighedskoefficienter for renprotein-N.

Table 26. Digestibility coefficients for true protein-N.

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
----------	-------------	--------------	---------------	----------------	-------------

Forsøg 1

I.A. xx)

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)	62,9	49,5	62,3	52,9	59,1
$\pm S \bar{x}$	5,2	3,2	1,3	1,5	0,5
D.m.r. test x)	—	—	—	—	—
Hold 2 (Tapioka, tapioca)	66,2	51,4	63,5	46,9	60,2
$\pm S \bar{x}$	0,5	1,9	0,6	1,7	0,9
D.m.r. test x)	—	—	—	—	—

Forsøg 3

Hold 1 (Havre, oats)	66,5	61,3	72,1	64,1	63,4
$\pm S \bar{x}$	0,8	1,4	1,0	1,7	0,9
D.m.r. test x)	—	—	—	—	—
Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)	70,7	54,1	65,5	52,1	60,5
$\pm S \bar{x}$	1,0	1,9	0,8	0,5	3,6
D.m.r. test x)	—	—	—	—	—

x) Duncans "multiple range" test

xx) Ikke analyseret (not analysed)

Tabel 27. Fordøjelighedskoefficienter for fedt.

Table 27. Digestibility coefficients for fat.

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
----------	-------------	--------------	---------------	----------------	-------------

Forsøg 1

Hold 1 (Majs, corn)	53,3	64,4	58,9	61,1	60,1
$\pm S \bar{x}$	2,5	1,4	0,4	3,6	2,5
D.m.r. test x)					
Hold 2 (Havre-tapioka, oats-tapioca)	53,9	53,4	52,5	59,7	56,1
$\pm S \bar{x}$	1,2	2,6	1,2	1,5	1,5
D.m.r. test x)					

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)	42,1	43,7	48,3	51,0	56,3
$\pm S \bar{x}$	7,0	6,6	2,9	1,6	3,0
D.m.r. test x)					
Hold 2 (Tapioka, tapioca)	52,9	47,8	46,4	56,8	39,3
$\pm S \bar{x}$	2,5	2,1	2,1	1,5	2,3
D.m.r. test x)					

Forsøg 3

Hold 1 (Havre, oats)	63,1	67,2	69,6	58,8	49,1
$\pm S \bar{x}$	1,1	2,5	2,4	1,5	1,8
D.m.r. test x)					
Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)	73,4	63,4	62,7	46,4	64,0
$\pm S \bar{x}$	0,6	2,3	2,4	3,8	3,6
D.m.r. test x)					

x) Duncans "multiple range" test.

Tabel 28. Fordøjelighedskoefficienter for NFE.

Table 28. Digestibility coefficients for NFE.

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
----------	-------------	--------------	---------------	----------------	-------------

Forsøg 1

Hold 1 (Majs, corn)	80,9	79,4	80,7	81,0	82,4
$\pm S \bar{x}$	0,6	0,6	0,8	1,4	0,5
D.m.r. test ^{x)}					
Hold 2 (Havre-tapioka, oats-tapioca)	81,3	79,5	81,1	78,1	81,5
$\pm S \bar{x}$	0,2	0,9	0,6	0,7	0,2
D.m.r. test ^{x)}					

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)	78,3	78,6	81,9	79,6	78,5
$\pm S \bar{x}$	1,3	0,8	0,9	0,8	0,6
D.m.r. test ^{x)}					
Hold 2 (Tapioka, tapioca)	80,2	78,3	81,0	74,4	81,9
$\pm S \bar{x}$	0,5	1,5	0,7	1,4	0,2
D.m.r. test ^{x)}					

Forsøg 3

Hold 1 (Havre, oats)	78,4	79,7	84,5	82,2	82,6
$\pm S \bar{x}$	0,3	0,6	0,4	1,0	0,5
D.m.r. test ^{x)}					
Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)	85,0	81,0	82,7	80,1	82,8
$\pm S \bar{x}$	0,7	1,0	0,6	0,2	1,1
D.m.r. test ^{x)}					

^{x)} Duncans "multiple range" test.

Tabel 29. Fordøjelighedskoefficienter for træstof.

Table 29. Digestibility coefficients for crude fibre.

Periode: I II III IV V
(Soja) (Urea) (Soja) (Mangel) (Soja)

Forsøg 1

Hold 1 (Majs, corn)	70,4	69,4	67,8	69,8	72,7
$\pm S \bar{x}$	1,0	1,8	1,0	1,3	0,7
D.m.r. test $x)$					

Hold 2 (Havre-tapioka,
oats-tapioca)

	67,9	64,8	67,0	61,7	68,5
$\pm S \bar{x}$	0,3	0,3	1,0	1,4	0,8
D.m.r. test $x)$					

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)	62,0	64,9	69,2	69,6	71,5
$\pm S \bar{x}$	2,8	3,0	1,2	2,3	0,7
D.m.r. test $x)$					

Hold 2 (Tapioka, tapioca)

	68,9	68,1	71,1	66,0	74,0
$\pm S \bar{x}$	0,2	2,0	1,4	1,0	0,9
D.m.r. test $x)$					

Forsøg 3

Hold 1 (Havre, oats)	67,1	68,0	77,2	74,3	72,6
$\pm S \bar{x}$	0,6	0,3	0,9	0,8	0,3
D.m.r. test $x)$					

Hold 2 (Kosetter,
mol. beet pulp)

	76,1	72,8	73,2	71,8	72,9
$\pm S \bar{x}$	1,0	0,9	0,7	1,1	2,4
D.m.r. test $x)$					

$x)$ Duncans "multiple range" test.

Tabel 30. Fordøjelighedskoefficienter for Mcal.

Table 30. Digestibility coefficients for Mcal.

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
----------	-------------	--------------	---------------	----------------	-------------

Forsøg 1

I.A. xx)

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)	67,8	67,9	72,8	70,2	71,2
+ S $\bar{x}$	1,6	1,9	1,3	1,3	0,2
D.m.r. test x)					
Hold 2 (Tapioka, tapioca)	72,9	68,4	71,4	63,5	72,5
+ S $\bar{x}$	0,3	1,9	0,9	0,9	0,5
D.m.r. test x)					

Forsøg 4

Hold 1 (Havre, oats)	70,1	72,8	78,3	74,3	72,6
+ S $\bar{x}$	0,5	0,6	0,6	0,8	0,5
D.m.r. test x)					
Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)	78,8	72,5	73,5	71,0	73,1
+ S $\bar{x}$	0,9	1,2	0,5	0,3	1,4
D.m.r. test x)					

x) Duncans "multiple range" test.

xx) Ikke analyseret (not analysed).

abel 31. F-værdier for fordøjelighedskoefficienter.

able 31. F-values for digestibility coefficients.

		Tørstof	Org.stof	Kvalstof	Fedt	NFE	Tørstof	Mcal
	f	DM	OM	N	EE	NFE	CP	Mcal
<u>Prøgs 1^a</u>								
Prøder	4	4,41 ²	11,76 ³	81,92 ³	5,07 ²	8,03 ³	6,56 ²	-
old c	1	0,02	1,73	21,32 ²	5,21	0,58	3,69	-
er hold 1	3	6,55 ²	5,12 ²	3,24 ¹	3,80 ¹	7,01 ²	1,00	-
er hold 2	3	0,51	1,36	1,12	2,68	2,81	1,04	-
Prøder x hold	4	3,40 ¹	4,71 ¹	4,07 ¹	3,55 ¹	3,51 ¹	3,45 ¹	-
<u>Prøgs 2^b</u>								
Prøder	4	4,06 ¹	6,53 ²	12,39 ³	1,64	6,22 ²	8,47 ³	7,21 ³
old d	1	3,17	0,03	0,48	0,05	0,12	2,10	0,10
er hold 1	2	0,57	0,32	0,26	0,63	0,02	4,52 ¹	0,54
er hold 2	3	1,07	1,01	0,27	0,51	2,04	1,54	1,27
Prøder x hold	4	3,50 ¹	4,89 ²	1,92	4,73 ²	5,65 ²	3,52 ¹	6,37 ²
<u>Prøgs 3^a</u>								
Prøder	4	10,46 ³	7,01 ³	30,90 ³	25,87 ³	7,57 ³	5,69 ²	6,77 ³
old c	1	0,38	0,41	15,88 ²	0,03	2,41	2,38	0,11
er hold 1	3	0,03	0,06	1,41	1,51	0,52	0,46	0,12
er hold 2	3	2,69	2,20	0,47	6,39 ²	2,81	3,40 ¹	2,40
Prøder x hold	4	19,16 ³	17,87 ³	13,24 ³	19,02 ³	14,46 ³	14,39 ³	22,23 ³

$P \leq 0,05$ 2) $P \leq 0,01$ 3) $P \leq 0,001$

f rest = 24 b) f rest = 20

f rest = 6 d) f rest = 5

kosetter end med havre. Det bakterielle kvælstof har ved bakteriernes passage gennem tyndtarmsafsnittet ikke kunnet fordøjes i fuld udstrækning og er sammen med bakterielt kvælstof fra tyktarmen blevet udskilt med gødningen som anført af Mason og White (1971).

Mellem perioder har der inden for forsøg med undtagelse af fedt i forsøg 2 været en signifikant forskel for alle næringsstoffer. Da der også er en signifikant vekselvirkning mellem hold og perioder for de fleste næringsstoffers fordøjelighedskoefficienter med undtagelse af kvælstof i forsøg 2 havde kvælstofkilderne sojaskrå, urea eller manglende kvælstoftilførsel indflydelse på næringsstofferne fordøjelighed i de forskellige hold med varierende stivelseskilder. Den væsentligste årsag til vekselvirkningen mellem kvælstof- og stivelseskilderne inden for forsøg er sandsynligvis en ændring i forløbet af den mikrobielle omsætning i vommen med kvælstofkilderne soja og urea. I mangelperioderne blev der desuden tildelt lavere kvælstofmængder, hvilket som følge af holdenes forskellige nedgang i fordøjelighedskoefficienter i disse perioder kan fremkalde vekselvirkning. Desuden kunne vekselvirkningen skyldes en aftagende næringsstoftilførsel med aftagende mælkeydelse, idet de samme køer indgår i de forskellige perioder.

Af litteraturen fremgår, at vekselvirkning hovedsagelig forekommer hos drøvtyggere forårsaget af vomfloraens aktivitet (Mitchell 1942, Schiemann et al. 1971). Madsen (1963) anfører, at vekselvirkning hos grise kun optræder i ringe udstrækning.

Forskellen mellem perioder inden for hold blev som anført i tabellerne 23-30 testet ved hjælp af Duncans "multiple range" test. Denne test blev gennemført på 5 pct. sikkerhedsniveauet og de i tabellerne understregede perioder i samme vandrette plan er ikke signifikant forskellige fra hinanden. I gennemsnit af forsøg fandtes de laveste fordøjelighedskoefficienter i mangelperioderne IV for alle næringsstoffer. Ifølge Duncans

"multiple range" test var værdierne inden for hold for tørstof, organisk stof og NFE kun signifikant lavere i mangelperioderne end i sojaperioderne for havre-tapioka, tapioka- og kosetholdet, medens tørstof kun var signifikant lavere i havre-tapiokaholdet. Dette skyldes, som det fremgår af tabellerne 11, 12, 15 og 16 ikke, at tildelingen af de pågældende næringsstoffer har været udpræget lavere i mangelperioderne end f.eks. i sojaperiode V, hvor fordøjeligheden igen har været stigende for de omtalte hold. Da grundfoderet desuden har været ens, må denne forskel, som ligeledes er vist ved vekselvirkningen inden for samme forsøg bero på de pågældende stivelseskilders specifikke forgeringsegenskaber i mangelperioderne uden ekstra tilskud af protein. Endvidere har der for de samme stivelseskilder været et karakteristisk periodisk forløb i de nævnte næringsstoffers fordøjelighedskoefficienter, idet der har været et fald fra sojaperiode I til ureaperiode II, der efterfulgtes af en stigning i sojaperiode III, hvorefter der igen var en nedgang til mangelperiode IV. Resultaterne viser, at urea i forhold til N-mangel har haft en positiv indflydelse på de omtalte næringsstoffers fordøjelighed, selvom denne var højere i sojaperioderne. I de nævnte hold var fordøjelighedskoefficienterne i periode II i forhold til mangelperiode IV for flere næringsstoffers vedkommende signifikant højere.

For de øvrige hold (stivelseskilderne majs, byg og havre) har fordøjelighedskoefficienterne for tørstof, organisk stof, NFE og tørstof et karakteristisk periodisk forløb inden for hvert hold. Dette er særlig udpræget for havreholdet, hvor fordøjeligheden for de fleste næringsstoffer var signifikant højere i sojaperiode III end i de øvrige perioder. For majs- og bygholdet har der for de omtalte næringsstoffers vedkommende været en ikke signifikant stigning i fordøjelighedskoefficienterne fra ureaperiode II til sojaperiode III. Med undtagelse af tørstof var der ingen signifikant forskel i de nævnte næringsstoffers fordøjelighed mellem urea- og sojaperioderne I og III i majsholdet og sojaperioderne I, III og V i bygholdet.

For kvælstof fandtes de laveste fordøjelighedskoefficienter inden for hold ligeledes i mangelperioderne, hvilket er en følge af den lavere kvælstoftildeling i forhold til de øvrige

perioder. Af Duncans "multiple range" test fremgik, at kvælstoffordøjelighedskoefficienterne for begge hold i forsøg 1 var signifikant højere i sojaperiode III og lavere i mangelperiode IV end i perioderne I, II og V, der ikke var signifikant forskellige fra hinanden. I forsøg 2 fandtes ingen signifikante forskelle for bygholdet, selv om fordøjelighedskoefficienten i periode IV var 4 enheder lavere end den laveste koefficient i sojaperioderne. For tapiokaholdet var periode I signifikant højere og perioderne IV og V signifikant lavere end perioderne II og III, der ikke var statistisk forskellige. I forsøg 3 fandtes ingen signifikante forskelle mellem perioderne I og II i havreholdet, medens de øvrige perioder var signifikant forskellige herfra. I kosetholdet var perioderne I og IV signifikant forskellige fra de øvrige perioder, der ikke afveg fra hinanden.

Af de foreliggende fordøjelighedskoefficienter fremgår, at koefficienterne for kvælstof over for de øvrige næringsstoffer har haft et forskelligt periodisk forløb. De periodiske udslag for fordøjeligheden af kvælstof har med undtagelse af periode IV næsten altid været svagere end udslaget for tørstof, organisk stof, NFE og træstof.

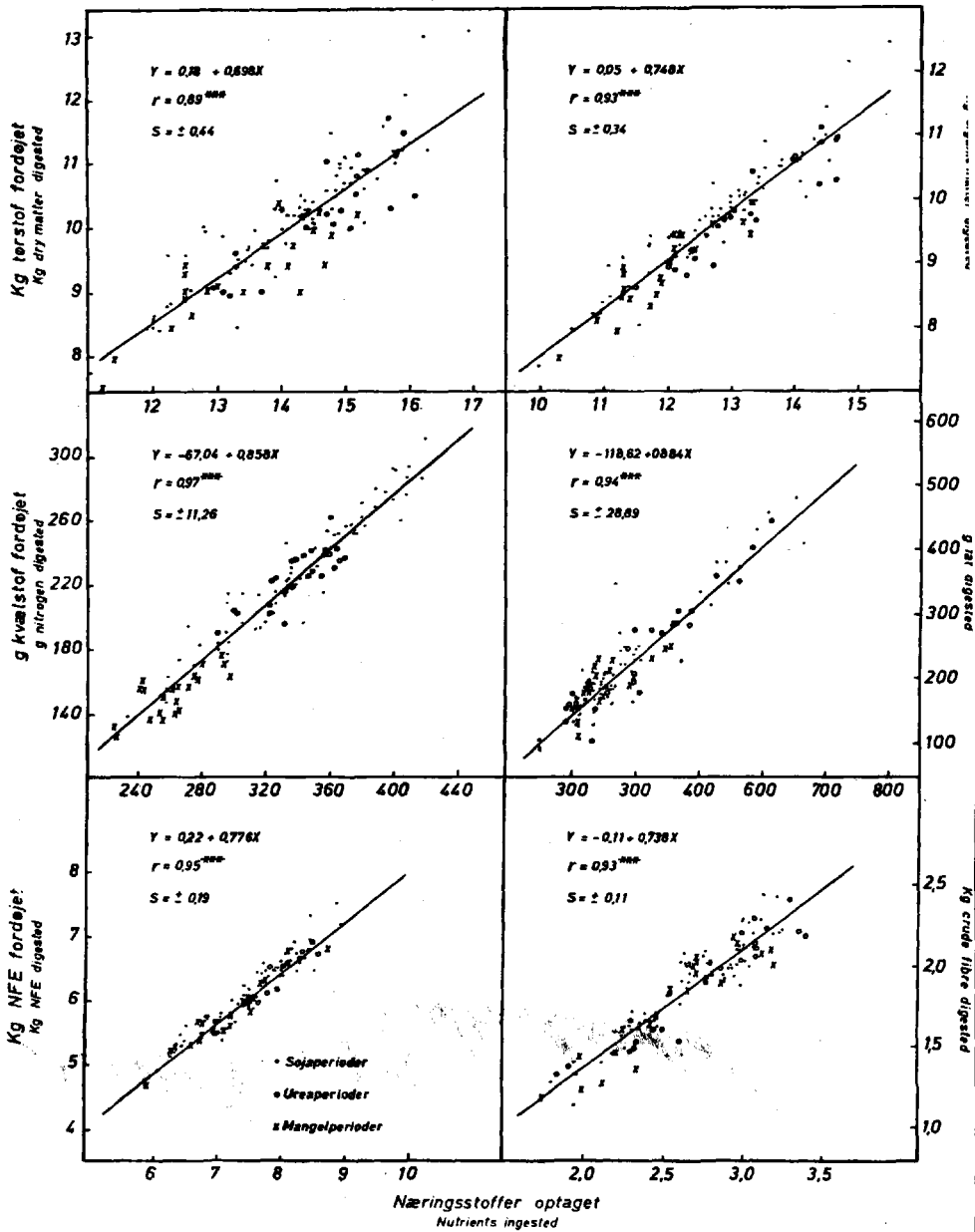
Fordøjelighedskoefficienter for renprotein blev kun bestemt for forsøg 2 og 3. Inden for hold var fordøjeligheden af renprotein lavere i urea- og mangelperioderne end i sojaperioderne. Som det fremgår af tabel 26, var forskellen mellem ureaperioden og sojaperioderne med undtagelse af periode V for bygholdet signifikant for alle hold, medens mangelperioden kun var signifikant lavere end sojaperioderne i tapioka- og kosetholdet. Optagelsen af renprotein-N var lavere i urea- og mangelperioderne end i sojaperioderne, men i udskillelsen af renprotein-N i gødningen (tabel 36) fandtes ikke signifikante forskelle mellem perioder inden for forsøg 2, medens der i forsøg 3 var statistisk sikre periodeforskelle ($P \leq 0,001$). For fordøjelighedskoefficienterne viste variansanalysen signifikante forskelle mellem perioder for både forsøg 2 og 3 ($P \leq 0,001$), men mellem hold fandtes kun en signifikant forskel i forsøg 3 ($P \leq 0,05$), idet havreholdet har haft højere fordøje-

lighedskoefficienter for renprotein end kosetholdet. Den lavere fordøjelighed af renprotein i urea- og mangelperioderne samt i kosetholdet kan sandsynligvis henføres til en øget udskillelse af mikrobielt protein i gødningen, idet mikrobielt protein i renproteinanalysen ved fældning med kobbersulfat vil være bestemt som renprotein-N. En yderligere uddybning af forskellene skal foretages under afsnittet over kvælstofudskillelsen i gødning og urin.

Fordøjeligheden af energien blev kun bestemt i forsøg 2 og 3. Inden for bygholdet var koefficienterne lavest i periode I og II, men forskellen mellem perioder var som anført i tabel 30 ikke signifikant. Inden for tapiokaholdet fandtes signifikant lavere fordøjelighedskoefficienter i urea- og mangelperioden end i sojaperioderne I og V. Over for mangelperiode IV var fordøjelighedskoefficienten i ureaperiode II derimod signifikant højere. I forsøg 3 var der ingen signifikante forskelle mellem ureaperioden og perioderne IV og V i havreholdet, medens der i kosetholdet var en statistisk sikker forskel mellem periode I og de øvrige perioder.

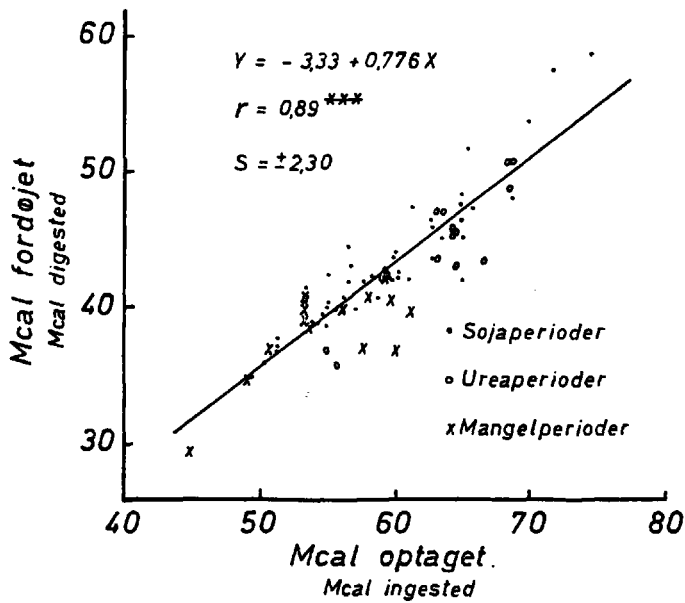
Til vurdering af fordøjelighedsbestemmelserne for de enkelte næringsstoffer i disse forsøg er foretaget regressionsberegninger over sammenhængen mellem fordøjede og optagne næringsstoffer på totalmaterialet. Materialet er fremstillet grafisk i figur 6 og figur 7.

Det ses af ligningerne i figurerne, at korrelationskoefficienterne i de her betragtede områder af næringsstofoptagelsen varierede mellem 0,89 og 0,97. Den forholdsvis lavere korrelation på 0,89 for tørstof skyldes sandsynligvis, at der her både indgår træstof og uorganiske forbindelser. Desuden har de forskelligt tildelte kvælstofmængder haft indflydelse på fordøjeligheden af organisk stof, hvilket ligeledes øger variationen. Alle regressionskoefficienter er statistisk sikre ($P \leq 0,001$). Figurerne viser yderligere, at fordøjeligheden i ureaperioderne er sammenfaldende med værdierne for sojaperioderne.



Figur 6 Sammenhængen mellem fordøjede og optagne næringsstoffer

Figure 6 Relationship between digested and ingested nutrients.



Figur 7 Sammenhængen mellem fordøjet og optaget energi.

Figure 7 Relationship between digested and ingested energy.

I følgende oversigt er r^2 , der angiver den del af variationen omkring y , der kan forklares ved den pågældende ligning, samt spredningen i procent af såvel gennemsnitlige næringsstoffer fordøjet som for hældningskoefficienterne anført.

	r^2	s_b i % af b	s i % af $\bar{y}$
tørstof	0,79	4,8	4,4
org. stof	0,86	3,6	3,6
kvalstof	0,94	2,5	5,3
fedt	0,88	3,5	13,1
NFE	0,90	3,2	3,2
træstof	0,86	3,8	6,1
Mcal	0,79	5,8	5,4

Oversigten viser, at der af de angivne ligninger i figur 6 og figur 7 kan forklares mellem 79-94 pct. af variationen i fordøjeligheden. Den største sikkerhed er opnået for kvalstof, idet 94 pct. af variationen kunne forklares ved ligningen for kvalstoffets fordøjelighed. Den mindste spredning på 2,5 pct. fandtes på hældningskoefficienten for kvalstof. Med undtagelse af Mcal, der viser den største spredning på b på 5,8 pct., ligger spredningerne på b for de øvrige næringsstoffer mellem 3,2-4,8 pct. I procent af $\bar{y}$ fandtes den største spredning på 13,1% for fedt efterfulgt af træstof med en spredning på 6,1 pct. For de øvrige næringsstoffer varierede spredningen mellem 3,2-5,4 pct. Af de signifikante lineære sammenhæng mellem fordøjet kvalstof og kvalstofoptagelsen i figur 6 fremgår, at ureaperioderne ikke udskiller sig fra sojaperioderne. Værdierne for mangelperioderne ligger derimod i den nederste del af regressionsliniens punktsamling. Den signifikante lineære korrelation på 0,97 tyder efter Waldo (1968) på, at proteinkilderne kun har haft en ringe indflydelse på kvalstoffets fordøjelighed. Regressionskoefficienten angiver et skøn over kvalstoffets sande fordøjelighed i foderrationen. I disse forsøg blev der fundet en gennemsnitlig fordøjelighedskoefficient på 85,8 pct., medens der i andre forsøg blev fundet værdier mellem 75-98 pct. (Holter og Reid 1959, Møller 1967, Waldo 1968, Frederiksen 1969, Wiktorsson 1971).

Bestemmelsen af den sande fordøjeligheds-koefficient forudsætter en konstant udskillelse af stofskiftekvælstof. Under forudsætning af en konstant fordøjelighed, betragtes intercept-værdien som et udtryk for den mængde stofskiftekvælstof, der udskilles i gødningen, selvom man ved denne ekstrapolation befinder sig uden for værdiernes variationsområde. Stofskiftekvælstoffet påvirkes bl.a. af den optagne tørstofmængde og dettes fordøjelighed i vommen. Desuden kan ufordøjeligt bakteriekvælstof, der enten ikke er fordøjet i tyndtarmen eller på grund af en substratforgæring i tyktarmen er produceret i tyktarmen, have en afgørende indflydelse på kvælstofudskillelsen i gødningen (Ørskov og Foot 1969, Ørskov et al. 1971c, Mason 1971a).

KAPITEL 5

Kvælstofomsætningen

Køernes gennemsnitlige daglige kvælstofomsætning er anført i tabel 32. Værdierne, der ligger til grund for denne tabel, danner også grundlag for resultaternes videre behandling i de følgende afsnit. Variansanalysens resultater er for nogle kriterier anført i tabel 33. For N fordøjet er F-værdierne angivet i tabel 18 og for kvælstofudskillelsen i mælken i tabel 9.

Det fremgår af tabel 32, at dyrene i periode II gennemsnitlig har optaget mellem 57-76 g urea-N daglig. De største ureamængder blev tildelt tapiokaholdet og de laveste majsholdet. I pct. af total-N i foderrationen udgjorde urea-N henholdsvis 16,8%, 17,8%, 18,5%, 22,3%, 18,6% og 19,7% for majs-, havre-tapioka-, byg-, tapioka-, havre- og kosetholdet. Gennemsnitlig svarede dette til en daglig optagelse af urea på henholdsvis 123 g, 131 g, 138 g, 163 g, 129 g og 148 g for de respektive hold i ovennævnte rækkefølge.

Tabel 33 viser, at der med undtagelse af forsøg 2 fandtes signifikante periodeforskelle i alle anførte kriterier. Signifikante holdforskelle fandtes i forsøg 1 for g N aflejret og g N udnyttet og i forsøg 3 for N-udskillelsen i gødningen samt for den totale kvælstofudnyttelse. Kvælstofbalanceværdierne (g N aflejret) tabel 32 viste betydelige variationer mellem perioder og hold. De højeste N-balanceværdier fandtes i periode III for begge hold i forsøg 1. Medens periodeforskellene for N-balancen var signifikante i alle forsøg, fandtes kun signifikante forskelle mellem hold i forsøg 1. For den totale kvælstofudnyttelse (g N i mælk + g N aflejret) fandtes generelt den laveste udnyttelse i proteinmangelperioderne.

bel 32. Køernes gennemsnitlige daglige kvælstofomsætning.

ble 32. Average daily nitrogen metabolism.

	g N optaget		g N udskilt		g N	g N udnyttet		
	g N intake		g N excreted		fordøjet	g N utilized		
	Total Urea	Gødning	Urin		g N	Mælk Aflejt	ret	Total
	N	N	Faeces	Urine	digested	Milk	Retained	Total
<u>rssøg 1</u>		<u>Periode I (Soja)</u>						
ld 1 (Majs, corn)	350	-	124	123	226	84	19	103
ld 2 (Havre-tapioka, oats-tapioca)	395	-	125	143	270	93	34	127
		<u>Periode II (Urea)</u>						
ld 1 (d.o.)	339	57	117	123	222	87	12	99
ld 2 (d.o.)	342	61	104	137	238	79	22	101
		<u>Periode III (Soja)</u>						
ld 1 (d.o.)	377	-	123	128	254	82	44	126
ld 2 (d.o.)	400	-	111	140	289	81	68	149
		<u>Periode IV (Mangel)</u>						
ld 1 (d.o.)	281	-	115	79	166	77	10	87
ld 2 (d.o.)	280	-	117	79	163	77	7	84
		<u>Periode V (Soja)</u>						
ld 1 (d.o.)	325	-	114	120	211	81	10	91
ld 2 (d.o.)	360	-	112	126	248	85	37	122
<u>rssøg 2</u>		<u>Periode I (Soja)</u>						
ld 1 (Byg, barley)	335	-	127	103	208	101	4	105
ld 2 (Tapioka, tapioca)	365	-	117	96	248	95	57	152
		<u>Periode II (Urea)</u>						
ld 1 (d.o.)	346	64	119	85	227	93	49	142
ld 2 (d.o.)	341	76	122	96	219	86	37	123
		<u>Periode III (Soja)</u>						
ld 1 (d.o.)	329	-	117	84	212	92	36	128
ld 2 (d.o.)	337	-	118	84	219	87	48	135
		<u>Periode IV (Mangel)</u>						
ld 1 (d.o.)	251	-	107	48	144	74	22	96
ld 2 (d.o.)	249	-	112	53	137	68	16	84
		<u>Periode V (Soja)</u>						
ld 1 (d.o.)	306	-	118	72	188	79	37	116
ld 2 (d.o.)	302	-	118	89	184	83	12	95

Tabel 32. Fortsat.

Table 32. Continued.

		g N optaget		g N udskilt		g N		g N udnyttet	
		<u>g N intake</u>		<u>g N excreted</u>		<u>fordøjet</u>		<u>g N utilized</u>	
		Total Urea		Gødning Urin		g N		Mælk Aflejret Total	
		N	N	Peaces	Urine	digested	Milk	Retained	Total
<u>Forsøg 3</u>		<u>Periode I (Soja)</u>							
Hold 1	(Havre, oats)	369	-	122	105	247	107	35	142
Hold 2	(Kosetter, mol. heet pulp)	411	-	120	107	291	111	73	184
		<u>Periode II (Urea)</u>							
Hold 1	(d.o.)	322	60	99	114	223	82	27	109
Hold 2	(d.o.)	350	69	127	82	223	95	46	141
		<u>Periode III (Soja)</u>							
Hold 1	(d.o.)	299	-	84	98	215	72	45	117
Hold 2	(d.o.)	338	-	115	87	223	85	51	136
		<u>Periode IV (Mangel)</u>							
Hold 1	(d.o.)	243	-	88	67	155	62	26	88
Hold 2	(d.o.)	251	-	111	47	140	65	28	93
		<u>Periode V (Soja)</u>							
Hold 1	(d.o.)	259	-	103	80	156	60	16	76
Hold 2	(d.o.)	264	-	98	89	166	58	19	77

bel 33. F-værdier for nogle kriterier i kvælstofomsætningen.
ble 33. F-values for some criteria on nitrogen metabolism.

f	g N				N udnyttet N utilized		
	gødning feaces	urin urine	aflejret retained	udnyttet utilized	% af, N intake	per cent of N fordøjet N digested	
<u>rsøg 1^a</u>							
rioder	4	3,71 ¹	44,62 ³	35,28 ³	22,49 ³	8,03 ³	6,36 ²
ld ^c	1	0,96 ₁	2,68 ₁	28,49 ³	6,25 ₁	2,85	0,51
er hold 1	3	4,24	3,26 ₁	0,91	0,19 ₂	0,84 ₂	0,55 ₂
er hold 2	3	1,73	3,17 ₁	1,08 ₁	5,25 ₂	5,85 ₂	5,66 ₂
rioder x hold	4	1,25	1,48	2,97 ₁	2,89 ₁	2,24	1,31
<u>rsøg 2^b</u>							
rioder	4	0,82	26,69 ³	6,63 ²	12,56 ³	2,13	1,82
ld ^d	1	0,00	2,36	0,84	0,00	1,08	2,14
er hold 1	2	0,78	2,21	0,71	0,34	1,15	0,65
er hold 2	3	0,10	0,44	2,02 ³	0,40 ₂	0,76 ₂	0,53 ₁
rioder x hold	4	0,28	1,67	14,25 ³	6,94 ₂	6,88 ₂	3,42
<u>rsøg 3^a</u>							
rioder	4	17,97 ³	15,69 ³	10,31 ³	30,65 ³	9,73 ³	7,84 ³
ld ^c	1	33,28 ³	2,30	3,70	6,34 ₁	1,18	5,09
er hold 1	3	0,31	0,86 ₁	1,36 ₁	1,26	0,91 ₁	0,94 ₁
er hold 2	3	2,69 ₃	4,24 ₁	4,33 ₁	2,80	4,02 ₁	4,68
rioder x hold	4	13,47 ³	2,99	2,80 ₁	2,04	1,25	2,11

$P \leq 0,05$ ²⁾ $P \leq 0,01$ ³⁾ $P \leq 0,001$

f rest = 24 ^{b)} f rest = 20

f rest = 6 ^{d)} f rest = 5

Kvælstofudnyttelsen er med undtagelse af bygholdet forsøg 2 og kosetholdet forsøg 3 lidt lavere i ureaperioden sammenlignet med sojaperioderne I og III. Det er bemærkelsesværdigt, at der inden for forsøg med undtagelse af hold 2 forsøg 3 ikke forekom signifikante forskelle i kvælstofaflejringen mellem køer inden for hold. Det samme er med undtagelse af hold 2 forsøg 1 tilfældet for den totale kvælstofudnyttelse.

Af tabel 34 fremgår korrelationerne mellem henholdsvis g N optaget, g N fordøjet og pct. N fordøjet samt forskellige parametre i kvælstofomsætningen. Beregningerne er foretaget på grundlag af totalmaterialet.

Det fremgår af tabel 34, at korrelationerne mellem g N fordøjet og g N i urinen samt g N aflejret er højere end sammenhængen mellem g N optaget og de to parametre. Korrelationerne er dog ikke statistisk forskellige. Udtrykkes variationen ved hjælp af $r^2 \times 100$, kan der henføres henholdsvis 52 og 59 pct. af variationen i N i urinen samt 29 og 36 pct. af variationen i N aflejret til variationen i henholdsvis N optaget og N fordøjet. De højeste korrelationer fandtes mellem g N optaget og henholdsvis g N fordøjet, g N udnyttet og g N i mælk i nævnte rækkefølge. Omkring 56 pct. af variationen i kvælstofudskillelsen i mælken kan forklares ved variationen i kvælstofoptagelsen, medens 62% af variationen i kvælstofudnyttelsen kan forklares ud fra variationen i både N optaget og N fordøjet. For pct. N fordøjet fandtes den største sammenhæng med g N i urin, medens de øvrige korrelationer var lave.

Korrelationerne viser, at vurderingen af parametrene i kvælstofudnyttelsen kan med samme sikkerhed baseres på N optaget som på N fordøjet. Tilsvarende sammenhæng mellem N udnyttet og N optaget blev også fundet i forsøg med får (Egan og Kallaway 1971). Mason (1971b) anfører ligeledes, at der på grundlag af total-N optaget vil kunne opnås en tilsvarende vurdering af drøvtyggerses kvælstofforsyning som med N fordøjet.

Tabel 34 Korrelationer mellem forskellige parametre (n = 115).
Table 34 Correlations between various parameters (n = 115).

	g N					
	gødning	urin	for- døjet	mælk	af- lejret	ud- nyttet
	faeces	urine	di- gested	milk	re- tained	uti- lized
g N optaget (g N ingested)	0,55 ³	0,72 ³	0,97 ³	0,75 ³	0,54 ³	0,79 ³
g N fordøjet (g N digested)	0,32 ³	0,77 ³	1,00	0,67 ³	0,60 ³	0,79 ³
pct. N fordøjet (per cent N digested)	-	0,64 ³	-	0,32 ³	0,48 ³	0,51 ³

3) $P \leq 0,001$

På grundlag af ovennævnte sammenhæng mellem N udnyttet og N optaget blev der inden for kvælstofkilderne soja, urea og mangel ved hjælp af en kovariansanalyse beregnet følgende regressionsligninger, hvor $x = g\ N\ optaget$ og $y = g\ N\ udnyttet\ (m\ a\ l\ k +\ b\ a\ l\ a\ n\ c\ e)$.

<u>Soja (n = 62)</u>	s_b	s	r	r^2
Total regression: $y = +47,15+0,500x$	0,051	19,20	0,79***	0,62
Fælles regression: $y = +82,53+0,603x$	0,043	13,89	0,88***	0,77

<u>Urea (n = 23)</u>				
Total regression: $y = +85,58+0,600x$	0,194	20,31	0,56**	0,31
Fælles regression: $y = +54,66+0,509x$	0,152	14,61	0,64**	0,41

<u>Mangel (n = 23)</u>				
Total regression: $y = 22,06+0,257x$	0,119	12,23	0,43*	0,18
Fælles regression: $y = +77,25+0,640x$	0,128	9,19	0,78***	0,61

Ved beregningen af sojaligningerne blev periode I i bygholdet og periode V i tapiokaholdet på grund af signifikante forskelle mellem sojaperioderne inden for disse hold udeladt. Det skønnedes, at perioderne ikke var repræsentative under normale fodringsforhold, idet foderoptagelsen som før nævnt, var påvirket af skiftende temperaturforhold, hvilket medførte, at energioptagelsen var lavere end behovet. Alle hældningskoefficienter i de anførte ligninger var signifikante. På grund af signifikante niveauforskelle inden for både soja-, urea- og mangelperioderne blev korrelationerne forøget og spredningerne formindsket for de respektive fælles regressionsligninger. Ud fra fælles regressionsligningernes korrelationskoefficienter kan der forklares henholdsvis 77, 41 og 66 pct. ($r^2 \times 100$) af variationen i kvælstofudnyttelsen i soja-, urea- og mangelperioderne. Fra hældningskoefficienterne for fælles regressionsligningerne fås en netto kvælstofudnyttelse for soja-, urea- og mangelperioderne på henholdsvis 60,3, 50,9 og 64,0 procent. Denne beregnede kvælstofudnyttelse er korrigeret for holdforskelle og afvigelserne mellem kvælstofkilderne var ikke statistisk sikre. Mangelperioderne viser dog den højeste ud-

nyttelse. Ved benyttelse af totalregressionsligningerne, hvor forskellen mellem hold ikke er elimineret, fås derimod en lavere nettokvælstofudnyttelse for mangelperioderne. En yderligere vurdering af kvælstofudnyttelsen inden for hold skal foretages i kapitel 6.

Udskillelse af kvælstof i gødning og urin

En vigtig faktor i N-balanceforsøg er kvælstoftabets størrelse i gødningen og urinen. I mange undersøgelser har man fundet en øget N-udskillelse i urinen ved fodring med urea (Møller 1968a); men også kvælstofudskillelsen i gødningen synes at være påvirket af andre faktorer end foderets kvælstofindhold (Ørskov og Foot 1969, Mason 1971a).

I tabel 35 er kvælstofudskillelsen i gødningen og urinen vist i procent af kvælstofoptagelsen.

Det fremgår af tabel 35, at der ikke har været en øget kvælstofudskillelse i gødningen i ureaperioderne i forhold til sojaperioderne. Der har derimod i forhold til kvælstofoptagelsen været en forøget kvælstofudskillelse i proteinmangelperioderne. Variansanalysen viste signifikante periodeforskelle for alle forsøg ($p \leq 0,001$), medens forskellen mellem hold kun var signifikant i forsøg 1 og 3 ($p \leq 0,01$), men ikke i forsøg 2. Majs- og kosetholdet har i procent af N optaget udskilt mere N i gødningen end henholdsvis havre-tapiokaholdet og havreholdet.

I urinen har N-udskillelsen med undtagelse af byg- og kosetholdet gennemsnitlig været højere i ureaperioderne end i sojaperioderne I + III + V. I majs- og tapiokaholdet har udskillelsen henholdsvis været øget med 1,3 og 1,5 procentenheder, medens havre-tapioka- og havreholdet havde en stigning på henholdsvis 5,9 og 4,7 procentenheder. Nedgangen i N-udskillelsen i ureaperioderne for byg- og kosetholdet androg henholdsvis 2,1 og 5,1 procentenheder i forhold til sojaperioderne.

Tabel 35 Kvælstofudskillelse i gødning og urin (% af N optaget)
Table 35 Nitrogen excretion in faeces and urine (per cent of N intake)

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
<u>Gødning (faeces)</u>					
<u>Forsøg 1</u>					
Hold 1 (Majs, corn)	35,2	34,5	31,2	41,0	35,1
- 2 (Havre-Tap., oats-tapioca)	31,5	30,3	27,7	41,7	31,1
<u>Forsøg 2</u>					
Hold 1 (Byg, barley)	37,9	34,5	35,4	42,8	38,4
- 2 (Tapioka, tapioca)	32,1	35,8	35,1	45,8	39,0
<u>Forsøg 3</u>					
Hold 1 (Havre, oats)	33,0	30,9	28,0	36,0	39,8
- 2 (Kosetter, mol. beet pulp)	29,1	36,3	34,0	44,0	37,7
<u>Urin (urine)</u>					
<u>Forsøg 1</u>					
Hold 1 (Majs, corn)	34,7	36,2	33,4	28,1	36,6
- 2 (Havre-Tap., oats-tapioca)	35,6	39,5	34,6	27,4	33,9
<u>Forsøg 2</u>					
Hold 1 (Byg, barley)	30,7	24,5	25,6	19,1	23,4
- 2 (Tapioka, tapioca)	26,3	28,3	24,9	17,9	29,3
<u>Forsøg 3</u>					
Hold 1 (Havre, oats)	28,5	35,3	32,5	27,4	30,9
- 2 (Kosetter, mol. beet pulp)	26,1	23,3	25,6	18,8	33,6
<u>Gødning + urin (faeces + urine)</u>					
<u>Forsøg 1</u>					
Hold 1 (Majs, corn)	70,0	70,7	64,6	69,1	71,7
- 2 (Havre-Tap., oats-tapioca)	67,1	69,8	62,3	69,1	65,0
<u>Forsøg 2</u>					
Hold 1 (Byg, barley)	68,6	58,9	61,0	61,8	61,2
- 2 (Tapioka, tapioca)	58,4	64,1	60,0	63,7	68,3
<u>Forsøg 3</u>					
Hold 1 (Havre, oats)	61,5	66,2	60,4	63,3	70,8
- 2 (Kosetter, mol. beet pulp)	55,2	59,6	59,6	62,8	70,6

I proteinmangelperioderne har N-udskillelsen i urinen inden for hold været lavere end i de øvrige perioder. Dette kunne tyde på, at dyrene i disse perioder har reguleret kvælstofomsætningen. Bemærkelsesværdigt er det dog, at dyrene i forsøg 1 samt i havreholdet i denne periode har haft en større N-udskillelse end de øvrige hold. Variansanalysen viste signifikante forskelle mellem perioder inden for alle forsøg ($P \leq 0,05$), medens der kun fandtes signifikante forskelle mellem hold ($P \leq 0,05$) for forsøg 3, idet havreholdet udskilte mere kvælstof i urinen end kosetholdet.

Det vil imidlertid være mere hensigtsmæssigt at betragte det samlede kvælstoftab i gødningen og urinen. Heraf fremgår, at de store forskelle mellem perioder og hold, der fandtes ved en særskilt betragtning, er formindsket. Dette understøttes bl.a. af variansanalysen, der i modsætning til % N i gødningen og % N i urinen ikke viste signifikante holdforskelle inden for forsøg. Ligeledes er periodeforskellene i forsøg 2 ikke signifikante i modsætning til % N i urinen. Signifikante periodeforskelle fandtes derimod for de andre to forsøg, der for majs-, havre-tapioka- og havreholdet viste den mindste udskillelse i sojaperiode III. Resultaterne kunne tyde på, at kvælstofudskillelsen i gødningen og urinen kan modificeres af faktorer, der påvirker fermentationsprocesserne i fordøjelighedskanalen som anført af Ørskov et al. (1970b). En nedsættelse af kvælstofudskillelsen i urinen i proteinmangelperioderne kunne antyde en øget difussion af blodurinstof til blind- og tyktarmen. Efter spaltning til CO_2 og NH_3 kan mikroorganismene benytte ammoniakken til syntese af mikrobielt kvælstof, der udskilles med gødningen (Mason 1971a). Resultaterne underbygges også af undersøgelserne af Ørskov og Foot (1969) og Thornton et al. (1970), der ved en tilsætning af stivelse til tyktarmen fandt en øget mikrobiel vækst og N-syntese i blindtarmen samtidig med en stigning i gødningens kvælstofindhold. Resultaterne antyder yderligere, at fordøjelighedsbestemmelser af kvælstoffets tilsyneladende fordøjelighed

kan være misvisende under visse betingelser, såfremt man ikke samtidig bestemmer kvælstofudskillelsen i urinen.

Senere undersøgelser over kvælstofudskillelsen i gødning har vist, at mellem 50-70% af gødningskvælstoffet er af bakteriel oprindelse (Mason 1969). Enten er bakterierne dannet i vommen, eller også er kvælstoffet opbygget af mikrober i dyrets blind- og tyktarm. Især ved fodring med et grundfoder med lavt kvælstofindhold (1,5-2,0%) skulle den mikrobielle kvælstofsyntese i vommen kunne stimuleres ved tilsætning af urea. I disse forsøg har det ikke været muligt at bestemme mikrobielt kvælstof i gødningen, men ved at betragte udskillelsen af renprotein-N i gødningen, kan der opnås et indirekte skøn over den mikrobielle kvælstofsyntese, da mikrobielt N fortrinsvis vil optræde i renprotein fraktionen. I tabel 36 er nogle af de omtalte forhold anskueliggjorte.

Af tabel 36 fremgår at den absolutte renprotein-N udskillelse i gødningen ikke er væsentlig forskellig mellem perioderne inden for de enkelte hold i forsøg 2. Variansanalysen viste ligeledes ingen signifikante periode- eller holdforskelle i forsøg 2, medens der fandtes statistisk sikre forskelle både mellem perioder og hold i forsøg 3. Derimod er den procentiske udskillelse af renprotein-N højere i ureaperioderne end i sojaperioderne. I sammenligning med de øvrige hold har havreholdet dog udskilt mellem 7,2-11,5 procentenheder mindre renprotein-N i gødningen. I proteinmangelperioderne har der også været en stigning i den procentuale udskillelse af renprotein i forhold til sojaperioderne. Som nævnt under renproteinfordøjelighedskoefficienterne eksisterede der signifikante periodeforskelle for begge forsøg, medens holdforskellene kun var signifikante i forsøg 3 ($P \leq 0,05$). Denne øgede udskillelse af renprotein-N i gødningen kan være et udtryk for en øget mikrobiel kvælstofsyntese, selvom der på det givne grundlag ikke kan opnås et indblik i, hvorvidt syntesen er foregået i vommen eller i tyktarmsafsnittet. Ligeledes kan der ikke skelnes mellem mængden af ufordøjet renprotein fra foderet og bakterielt protein.

Tabel 36 g Renprotein-N optaget med foderet og udskilt i gødningen

Table 36 g True protein-N ingested, and excreted in faeces

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
<u>Forsøg 1</u>	I.A.*				
<u>Forsøg 2</u>					
Hold 1 (Byg, barley)					
optaget (ingested)	285	221	270	193	246
udskilt (excreted)	107	111	102	91	101
pct. udskilt (pct. excreted)	37,5	50,2	37,8	47,2	41,1
udskilt i pct. af ford.org.stof (excreted in pct. of dig.org.matter)	1,1	1,1	1,0	1,0	1,1
Hold 2 (Tapioka, tapioca)					
optaget (ingested)	307	211	277	190	255
udskilt (excreted)	104	103	101	101	101
pct. udskilt (pct. excreted)	33,9	48,8	36,5	53,2	39,6
udskilt i pct. af ford.org.stof (excreted in pct. of dig.org.matter)	1,0	1,0	1,0	1,2	1,1
<u>Forsøg 3</u>					
Hold 1 (Havre, oats)					
optaget (ingested)	321	217	248	196	210
udskilt (excreted)	106	84	69	70	77
pct. udskilt (pct. excreted)	33,0	38,7	27,8	35,7	36,7
udskilt i pct. af ford.org.stof (excreted in pct. of dig.org.matter)	1,1	0,9	0,7	0,8	0,9
Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)					
optaget (ingested)	335	222	273	185	199
udskilt (excreted)	98	102	94	89	77
pct. udskilt (pct. excreted)	29,3	45,9	34,4	48,1	38,7
udskilt i pct. af ford.org.stof (excreted in pct. of dig.org.matter)	0,8	1,0	1,0	1,1	0,9

*Ikke analyseret (not analysed)

Sættes renproteinudskillelsen i relation til den fordøjede mængde organisk stof fås en konstant udskillelse på 1,0-1,2%. Her viser havreholdet en lavere udskillelse end de øvrige hold, hvilket kan betyde, at havre har en lavere værdi som energikilde for mikrobiel vækst.

Den konstante udskillelse af renprotein pr. enhed organisk stof antyder, at kvælstofudskillelsen i gødningen i højere grad er påvirket af den fordøjelige næringsstoffmængde i foderet end af foderets kvælstofindhold, som det også er vist af Ørskov og Foot (1969) og diskuteret af Mason (1971a). Disse resultater antyder den store betydning af lettilgængeligt energi for den mikrobielle vækst og derigennem på den mikrobielle kvælstofudskillelse i gødningen.

KAPITEL 6

Kvælstofudnyttelsen

Gennem kvælstofbalanceforsøgene kan der opnås en vurdering over kvælstofudnyttelsen i de forskellige perioder med varierende kvælstofkilder.

Fra værdierne i tabel 32 blev den procentiske kvælstofudnyttelse beregnet både af det fortærede og det fordøjede kvælstof. Resultaterne er sammen med spredningen på gennemsnittet ($s_{\bar{x}}$) anført i tabel 37.

Efter Duncans "multiple range" test var kvælstofudnyttelsen i pct. af N optaget signifikant 4-8 enheder højere i sojaperiode III end i ureaperiode II for majs-, havre-tapioka- og tapiokaholdet. Mangelperiode IV var kun signifikant lavere end periode III i havre-tapiokaholdet, selvom værdierne i de andre hold også var 3-4 enheder lavere. Mellem sojaperioderne var periode III signifikant højere end sojaperioderne I og V i majsholdet. Sojaperiode I i byggholdet og sojaperioderne V både i tapioka- og kosetholdet var signifikant lavere end de øvrige sojaperioder. Derimod fandtes hverken for majs- eller havre-tapiokaholdet i forsøg 1 en signifikant forskel mellem ureaperiode II og sojaperioderne I og V. For byggholdet har kvælstofudnyttelsen været højest i ureaperioden, men forskellen mellem denne og sojaperioderne III og V var ikke signifikant. Ureaperioden i tapiokaholdet var signifikant forskellig fra alle sojaperioder. I havreholdet var der på grund af den større spredning mellem køer i ureaperioden ingen signifikant forskel mellem urea- og sojaperioderne, selvom udnyttelsen i ureaperioden var 5,5 enheder lavere end i sojaperiode I og III.

I procent af fordøjet kvælstof fandtes den højeste gennemsnitlige udnyttelse i periode IV for næsten alle hold. Tapiokaholdet viste dog den samme udnyttelseskoeficient i perioderne I, III samt IV

Tabel 37. Kvælstofudnyttelsen.
Table 37. Nitrogen utilization.

- 98 -

Periode	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
<u>Forsøg 1</u>					
Hold 1 (Majs, corn)					
pct. af N optaget (pct. of N ingested)	<u>29,4</u>	<u>29,2</u>	<u>33,4</u>	<u>31,0</u>	<u>28,0</u>
± s $\bar{x}$	1,5	1,7	0,5	1,0	1,6
pct. af N fordøjet (pct. of N digested)	<u>45,6</u>	<u>44,6</u>	<u>49,6</u>	52,4	<u>43,1</u>
± s $\bar{x}$	2,6	1,9	0,9	1,6	2,4
Hold 2 (Havre-tapioka, oats-tapioca)					
pct. af N optaget (d.o.)	<u>32,2</u>	<u>29,5</u>	<u>37,3</u>	<u>30,0</u>	<u>33,9</u>
± s $\bar{x}$	1,2	0,7	1,5	1,7	2,7
pct. af N fordøjet (d.o.)	<u>47,0</u>	<u>42,4</u>	<u>51,6</u>	<u>51,5</u>	<u>49,2</u>
± s $\bar{x}$	1,9	1,0	1,9	4,1	3,9
<u>Forsøg 2</u>					
Hold 1 (Byg, barley)					
pct. af N optaget (d.o.)	<u>31,3</u>	<u>41,0</u>	<u>38,9</u>	<u>38,9</u>	<u>37,9</u>
± s $\bar{x}$	2,2	0,8	1,4	2,4	1,5
pct. af N fordøjet (d.o.)	<u>50,5</u>	<u>62,6</u>	<u>60,4</u>	<u>66,7</u>	<u>61,7</u>
± s $\bar{x}$	0,7	1,1	1,2	2,4	2,3
Hold 2 (Tapioka, tapioca)					
pct. af N optaget (d.o.)	<u>41,6</u>	<u>36,1</u>	<u>40,1</u>	<u>33,7</u>	<u>31,5</u>
± s $\bar{x}$	1,0	0,7	1,5	3,5	0,7
pct. af N fordøjet (d.o.)	<u>61,3</u>	<u>56,2</u>	<u>61,6</u>	<u>61,3</u>	<u>51,6</u>
± s $\bar{x}$	1,6	1,3	2,7	6,8	1,2
<u>Forsøg 3</u>					
Hold 1 (Havre, oats)					
pct. af N optaget (d.o.)	<u>38,5</u>	<u>33,9</u>	<u>39,1</u>	<u>36,2</u>	<u>29,3</u>
± s $\bar{x}$	1,5	3,1	2,0	1,8	3,4
pct. af N fordøjet (d.o.)	<u>57,5</u>	<u>48,9</u>	<u>54,4</u>	<u>56,8</u>	<u>48,7</u>
± s $\bar{x}$	1,6	4,4	3,0	2,2	4,8
Hold 2 (kosetter, mol.beet pulp)					
pct. af N optaget (d.o.)	<u>44,8</u>	<u>40,3</u>	<u>40,2</u>	<u>37,1</u>	<u>29,2</u>
± s $\bar{x}$	2,6	3,5	2,1	1,5	1,7
pct. af N fordøjet (d.o.)	<u>63,2</u>	<u>63,2</u>	<u>61,0</u>	<u>66,4</u>	<u>46,4</u>
± s $\bar{x}$	2,8	4,2	2,8	2,4	3,1

Understregninger i samme vandrette plan angiver Duncans "multiple range" test.

og havreholdet havde en højere udnyttelse på 0,7 enheder i periode I end i periode IV. Variansanalysen (tabel 33) viste dog kun signifikante periodeforskelle i forsøg 1 og 3. I forsøg 2 fandtes i modsætning til de andre to forsøg en signifikant vekselvirkning mellem hold og perioder, der i henhold til tabel 37 understreger et forskelligt periodisk forløb mellem de to hold for kvælstofudnyttelsen både i pct. af N optaget og i pct. af N fordøjet.

For bedre at kunne karakterisere de forskellige holds kvælstofudnyttelse i soja- og ureaperioderne, skal i det følgende foretages en vurdering ved hjælp af forskellige beregningsmetoder.

Først skal kvælstofudnyttelsen i urea- og mangelperioderne vurderes på grundlag af de i tabel 37 anførte udnyttelses-koefficienter, når gennemsnittet af den respektive foranliggende og efterfølgende sojaperiode sættes lig 100. Dette er anført i tabel 38.

De sojaperioder der ved Duncans "multiple range" test var signifikant forskellig inden for hold, er i denne og efterfølgende vurderinger udeladt af beregningerne. Det skønnes, at kvælstofudnyttelsen i de pågældende perioder ikke var typisk under normale foeringsforhold, idet der i de pågældende hold og perioder var for stor en foderrest på grund af en for høj staldtemperatur i sommermånederne.

Tabel 38 viser, at sættes den gennemsnitlige kvælstofudnyttelse for sojaperioderne I og III lig 100, opnås følgende rækkefølge for N-udnyttelsen i ureaperioden med de forskellige stivelseskilder: 1. byg, 2. majs, 3. kosetter, 4. tapioka, 5. havre og 6. havre-tapioka.

Tabel 38 Kvælstofudnyttelsen i urea- og mangelperioderne vurderet på udnyttelses-koefficienterne

Table 38 Nitrogen utilization in urea and deficient periods based on N utilization coefficients

	N udnyttet (N utilized)			
	Urea(urea)		Mangel (deficient)	
	periode II		periode IV	
	(Soja = 100)		(Soja = 100)	
	N optaget	N fordøjet	N optaget	N fordøjet
	<u>N intake</u>	<u>N digested</u>	<u>N intake</u>	<u>N digested</u>
<u>Forsøg 1</u>				
Hold 1 (Majs, corn)	101,7	100,5	108,0	118,0*
- 2 (Havre-Tapioka, oats-tapioca)	84,7*	86,0*	84,3*	102,2
<u>Forsøg 2</u>				
Hold 1 (Byg, barley)	106,8	102,5	99,5	109,2*
- 2 (Tapioka, tapioca)	88,3*	91,4	82,4*	99,7
<u>Forsøg 3</u>				
Hold 1 (Havre, oats)	87,4	87,3	95,6	110,1
- 2 (Kosetter, mol. beet pulp)	94,8	101,8	87,3*	106,9

* $P \leq 0,05$

Udnyttelsen af kvælstof i ureaperioderne for byg-, majs- og kosetholdet svarer meget nær til udnyttelsen i sojaperioderne, idet afvigelserne i N-udnyttelsen for henholdsvis N optaget eller N fordøjet varierer mellem plus 6,8 - minus 5,2 procentenheder. For stivelseseskilderne tapioka, havre og havre-tapioka er udnyttelsen på grundlag af henholdsvis N optaget og N fordøjet mellem 11,7- 15,3 procentenheder og mellem 8,6-14,0 procentenheder lavere end udnyttelsen i sojaperioderne. For havre-tapioka- og tapiokaholdet er denne forskel signifikant.

Kvælstofudnyttelsen i mangelperioderne er i forhold til N optaget med undtagelse af majs-, byg- og havreholdet signifikant lavere end udnyttelsen i sojaperioderne III og V. På grundlag af N fordøjet er udnyttelsen i mangelperioderne med undtagelse af tapiokaholdet højere end i sojaperioderne. Denne forskel er signifikant i majs- og byggholdet.

På grund af den højere procentiske kvælstofudnyttelse i mangelperioderne, blev mangelperiodernes absolutte kvælstofomsætning trukket fra både sojaperioderne I + III og ureaperioderne inden for hvert hold. Resultaterne er i tabel 39 vist for både N optaget og N fordøjet. Et beregning eksempel er for ureaperioderne vist som fodnote, og samme fremgangsmåde er benyttet for sojaperioderne.

Sættes i tabel 39 soja-N lig 100 ved vurderingen af ureaudnyttelsen, fås samme rækkefølge for de enkelte stivelseseskilder som i tabel 38. Det må dog fremhæves, at en sammenligning mellem de to beregningssystemer ikke giver en særlig god overensstemmelse i udnyttelsen af urea-N. Især er udnyttelsen for havre-tapioka, tapioka- og havreholdene vurderet lavere, medens byg er vurderet højere. For majsholdet svarer udnyttelsen af urea-N i pct. af N optaget til udnyttelsen af soja-N. For kosetholdet er der ingen stor forskel mellem de to vurderingsmetoder.

Tabel 39 Kvælstofudnyttelsen i soja- og ureaperioderne vurderet på mangelperioden

Table 39 Nitrogen utilization in the soya and urea periods based on the protein deficient periods

	N udnyttet, pct. (N utilized, per cent)*				Udnyttelse af urea-N	
	Sojaperiode		Ureaperiode		Utilization of urea-N	
	I + III		II		(Soja = 100)	
	N optaget N ingested	N fordøjet N digested	N optaget N ingested	N fordøjet N digested	N optaget N ingested	N fordøjet N digested
<u>Forsøg 1</u>						
Hold 1 (Majs, corn)	22,4	24,7	22,3	23,0	99,6	93,1
- 2 (Havre-Tapioka, oats-tapioca)	44,4	44,8	25,2	21,0	56,8	46,9
<u>Forsøg 2</u>						
Hold 1 (Byg, barley)	45,1	48,9	48,8	55,8	108,2	114,1
- 2 (Tapioka, tapioca)	58,1	61,6	42,0	47,0	72,3	76,3
<u>Forsøg 3</u>						
Hold 1 (Havre, oats)	49,2	59,3	30,5	35,8	62,0	60,4
- 2 (Kosetter, mol. beet pulp)	54,3	57,4	48,7	58,3	89,7	101,6

$$*N \text{ udnyttelse}_{\text{urea}} = \frac{(g \text{ N aflejret}_{\text{urea}} + g \text{ N i mælk}_{\text{urea}}) + (g \text{ N aflejret}_{\text{mangel}} + g \text{ N i mælk}_{\text{mangel}})}{g \text{ N optaget}_{\text{urea}} + g \text{ N optaget}_{\text{mangel}}} \times 100$$

$$N \text{ utilization}_{\text{urea}} = \frac{(g \text{ N retained}_{\text{urea}} + g \text{ N in milk}_{\text{urea}}) + (g \text{ N retained}_{\text{deficient}} + g \text{ N in milk}_{\text{deficient}})}{g \text{ N ingested}_{\text{urea}} + g \text{ N ingested}_{\text{deficient}}} \times 100$$

I de senere år er det af Balch (1967), Conrad og Hibbs (1968) samt Flatt et al. (1969) blevet fremhævet, at kvælstofudnyttelsen bør ses i relation til den tilførte fordøjelige energimængde. Ligeledes er det i forsøg med voksende lam af Andrews og Ørskov (1970a, b) vist, at kvælstofudnyttelsen øges med stigende energioptagelse. Walker (1965), Hungate (1966) samt Weston og Hogan (1968) har desuden anført, at mangel på tilgængeligt energi er en begrænsende faktor for mikrobiel vækst i vommen. Derfor er i tabel 40 vist kvælstofudnyttelsen pr. fordøjet Mcal. Da der i forsøg 1 ikke blev foretaget kaloriebestemmelser, er værdierne i dette forsøg blevet beregnet efter Rostock-ligningssystemet, som angivet af Hoffmann (1969).

Tabel 40 Kvælstofudnyttelsen i relation til fordøjeligt energi.
Table 40 Nitrogen utilization in relation to digestible energy.

Periode:	g N udnyttet/Mcal fordøjet g N utilized/Mcal digested				
	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
<u>Forsøg 1*</u>					
Hold 1 (Majs, corn)	2,49	2,36	3,09	2,21	2,19
- 2 (Havre-Tap., oats-tapioca)	2,84	2,40	3,37	2,26	2,89
<u>Forsøg 2</u>					
Hold 1 (Byg, barley)	2,50	3,38	2,86	2,44	2,81
- 2 (Tapioka, tapioca)	3,30	2,87	3,17	2,35	2,38
<u>Forsøg 3</u>					
Hold 1 (Havre, oats)	3,18	2,39	2,67	2,24	2,04
- 2 (Kosetter, mol.beet pulp)	3,31	2,97	3,21	2,40	2,00

*Fordøjeligt energi beregnet efter Hoffmann (1969)
 Digestible energy calculated after Hoffmann (1969)

Der blev beregnet følgende regressionsligning mellem g N udnyttet (y) og Mcal fordøjet (x); n = 115.

$$y = +104,10 + 5,16x, r = 0,79***, s = \pm 17,90$$

I regressionsligningen indgår ligeledes de beregnede værdier fra forsøg 1. Det ses af regressionskoefficienten, at der for en stigning på en Mcal fordøjet fås en udnyttelse på 5,16 g kvælstof. Conrad og Hibbs (1968) fandt med henholdsvis store og normale NPN mængder, at der blev udnyttet 4,75 og 5,26 g N for hver Mcal, der blev fordøjet. Flatt et al. (1969) fandt værdier på 4,74 og 3,70 g N/Mcal med henholdsvis naturlige og kemisk rene fodermidler. En regressionsberegning over sammenhængen mellem g N udnyttet og den fordøjelige mængde råkulhydrat (NFE + træstof) viste en lave korrelation ($r = 0,71$) og større spredning end med Mcal fordøjet.

For at undersøge forskellene i kvælstofudnyttelsen mellem hold inden for perioder, blev der foretaget en regressions- og kovariansanalyse, hvor x betegner Mcal fordøjet og y g N udnyttet. Denne beregning blev foretaget samlet mellem de 6 holds sojaperioder I + III + V, ureaperioder II og mangelperioder IV. På grund af før nævnte årsager gik ligesom for udnyttelseskoefficienterne signifikant forskellige sojaperioder inden for hold ud af beregningerne. Desuden blev ko nr. 5 fra tapiokaholdet udtaget i periode IV på grund af den lave energioptagelse. Der fandtes følgende sammenhæng:

	b	s_b	r	s
<u>Sojaperioderne, n = 57</u>				
Total regression:	5,219	0,540	0,79***	18,29
Fælles regression:	4,262	0,536	0,75***	15,61
<u>Ureaperioderne, n = 23</u>				
Total regression:	3,633	1,121	0,58**	20,01
Fælles regression:	3,656	0,916	0,71**	13,51
<u>Mangelperioderne, n = 22</u>				
Total regression:	2,870	0,827	0,61**	8,45
Fælles regression:	3,285	0,830	0,71**	8,01

Det fremgår af signifikanstesten, at alle regressionskoefficienter var statistisk sikre ($p \leq 0,01$). Sikkerheden for periodernes fælles regressionskoefficient er større for urea- og mangelperioderne end for den totale regressionskoefficient. Den største sikkerhed opnåedes for sojaperioderne idet r^2 , der angiver, hvor meget af variationen i kvælstofudnyttelsen der kan forklares ved ligningen, var 0,56 for sojaperioderne mod 0,50 for både urea- og mangelperioderne.

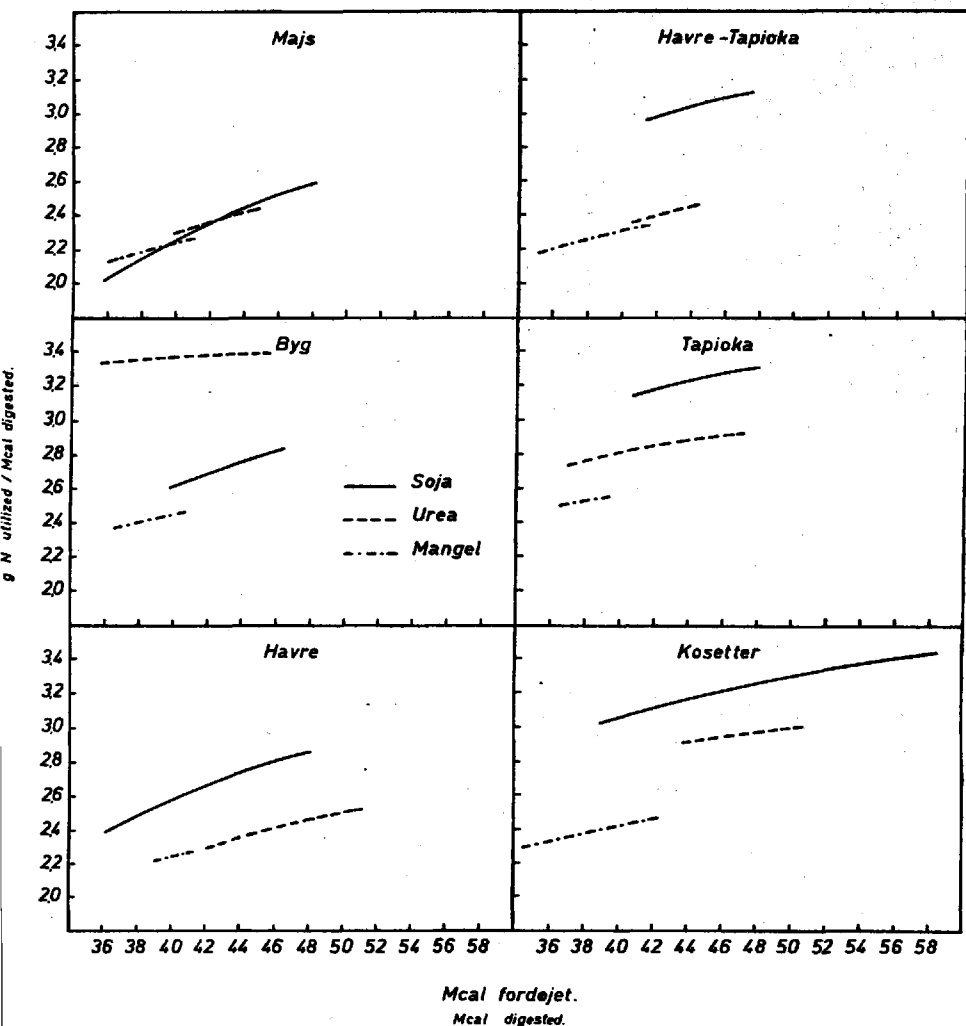
Hædningskoefficienterne viser desuden en stigende kvælstofudnyttelse pr. enhed tilført energi fra mangel over urea til sojaperioderne. Denne forskel i hædningskoefficienterne er imidlertid ikke signifikant ($F_{(2,96)} = 1,73$, $P \geq 0,05$). En undersøgelse over forskellene i holdenes niveau og hædningskoefficienter inden for sojaperioderne viste en signifikant forskel mellem holdenes niveau ($F_{(5,50)} = 5,12$, $P \leq 0,001$), men ikke mellem hædningskoefficienterne ($F_{(5,45)} = 1,24$, $P \geq 0,05$). Signifikante forskelle fandtes også mellem holdenes niveau inden for ureaperioderne ($F_{(5,16)} = 6,02$, $P \leq 0,01$), medens forskellen mellem hædningskoefficienterne ikke var signifikant ($F_{(5,11)} = 1,05$, $P \geq 0,05$). Inden for mangelperioderne fandtes derimod ingen signifikante forskelle, hverken mellem niveau ($F_{(5,15)} = 1,46$, $P \geq 0,05$) eller mellem hædningskoefficienterne ($F_{(5,10)} = 1,78$, $P \geq 0,05$). Interceptværdierne i total-regressionsligningen for soja-, urea- og mangelperioderne var henholdsvis $\div 102,61$, $\div 40,83$ og $\div 20,86$. Da de signifikante forskelle mellem holdenes niveau inden for soja- og ureaperioderne ikke udelukkende kan henføres til stivelseskildernes indvirkning på kvælstofudnyttelsen, men også vil være påvirket af bl.a. forsøgsår samt køernes ydelsesniveau; faktorer, der ikke kan elimineres i denne beregning, blev vurderingen af stivelseskildernes indflydelse på kvælstofudnyttelsen foretaget inden for hold på grundlag af de fundne fælles regressionskoefficienter for henholdsvis soja-, urea- og mangelperioderne.

Herved beregnedes følgende ligningssæt, hvor $y = g$ N udnyttet og $x = \text{Mcal forðøjet}$:

Hold	Perioder	Ligning	Signifikans mellem perioder
<u>Majs</u>	Soja	$y = +80,43 + 4,262x$	$F(2,12) = 0,13 \quad P \geq 0,05$
	Urea	$y = +54,88 + 3,656x$	
	Mangel	$y = +41,92 + 3,285x$	
<u>Havre-Tap.</u>	Soja	$y = +54,25 + 4,262x$	$F(2,16) = 3,95 \quad P \leq 0,05$
	Urea	$y = +53,21 + 3,656x$	
	Mangel	$y = +39,06 + 3,285x$	
<u>Byg</u>	Soja	$y = +65,94 + 4,262x$	$F(2,11) = 13,44 \quad P \leq 0,01$
	Urea	$y = +11,52 + 3,656x$	
	Mangel	$y = +33,40 + 3,285x$	
<u>Tapioka</u>	Soja	$y = +45,61 + 4,262x$	$F(2,11) = 5,91 \quad P \leq 0,05$
	Urea	$y = +33,71 + 3,656x$	
	Mangel	$y = +28,29 + 3,285x$	
<u>Havre</u>	Soja	$y = +67,43 + 4,262x$	$F(2,16) = 3,37 \quad P \geq 0,05$
	Urea	$y = +57,08 + 3,656x$	
	Mangel	$y = +41,44 + 3,285x$	
<u>Kosetter</u>	Soja	$y = +48,54 + 4,262x$	$F(2,12) = 2,46 \quad P \geq 0,05$
	Urea	$y = +32,73 + 3,656x$	
	Mangel	$y = +34,36 + 3,285x$	

En kovariansanalyse mellem perioder inden for hold viste signifikante forskelle for havre-tapioka-, byg- og tapiokaholdet, men ikke for de øvrige hold.

For at anskueliggøre niveauforskellene mellem perioderne inden for hold, blev kurveforløbet af de enkelte perioder efter omskrivning af ligningssættene til funktionen $\frac{y}{x} = \frac{a}{x} + b$ vist i figur 8.



Figur 8 Forskellige stivelseskilders indflydelse på sammenhængen mellem kvælstofudnyttelsen og fordøjeligt energi.

Figure 8 Relationship between nitrogen utilization and digestible energy intake of different starch sources.

Til beregning af kvælstofudnyttelsen i de enkelte perioder inden for hold blev den gennemsnitlige optagelse af fordøjelige Mcal for alle 5 perioder indsat i ovenanførte ligningssæt. De opnåede udnyttelsesværdier er anført i tabel 41.

Værdierne i urea- og mangelperioderne blev udtrykt i forhold til sojaperioderne, der blev sat lig 100. Herved opnåedes den samme rækkefølge for ureaudnyttelsen (byg, majs, kosetter, tapioka, havre, havre-tapioka) med de forskellige stivelseskilder, som ved foregående metoder i tabel 38 og tabel 39. Med undtagelse af bygholdet er der en bedre overensstemmelse i forholdstallene for ureaperioderne mellem tabel 38 og tabel 41 end mellem tabel 39 og tabel 41. Mellem tabel 38 og tabel 41 afviger forholdstallene for N-udnyttelsen i ureaperioderne i pct. af N optaget fra $\pm 1,6$ - $\pm 4,1$ enheder. I tabel 39 er værdierne derimod fra 0,8 - 24,5 enheder lavere end i tabel 41. I tabel 41 er kvælstofudnyttelsen for mangelperioderne lavere eller lig med kvælstofudnyttelsen for ureaperioderne.

En sammenligning mellem urea- og mangelperioderne viser, at der i forhold til mangelperioderne ikke er opnået en væsentlig forbedring i kvælstofudnyttelsen for ureaperioderne i majs-, havre-tapioka- og havreholdet. Den største forskel mellem forholdstallene på 31,9 enheder fandtes for bygholdet efterfulgt af koset- og tapiokaholdet med henholdsvis 12,8 og 7,6 enheder. Vurderes kvælstofudnyttelsen i ureaperioderne derimod i forhold til sojaperioderne, findes en signifikant nedgang på 19,4 og 10,1 enheder for henholdsvis havre-tapioka- og tapiokaholdet, medens nedgangen i havreholdet på 13,5 enheder på grund af en større spredning mellem køer ikke var statistisk sikker. Den største stigning på 21,1 enheder for bygholdet var

Tabel 41 Kvælstofudnyttelsen i urea- og mangelperioderne vurderet efter korrektion for fordøjeligt energi

Table 41 Nitrogen utilization in urea- and deficient periods based on correction for digestible energy

	g N udnyttet/Mcal ford. g N utilized/Mcal digested			Kvælstofudnyttelse Nitrogen utilization	
	Sojaperiode	Ureaperiode	Mangelperiode	Urea	Mangel
	1 + III + V	II	IV	urea	deficient
	(Soja = 100)				
<u>Forsøg 1</u>					
Hold 1 (Majs, corn)	2,31	2,32	2,27	100,4	98,3
- 2 (Havre-Tapioka, oats-tapioca)	2,99	2,41	2,37	80,6*	79,3
<u>Forsøg 2</u>					
Hold 1 (Byg, barley)	2,79	3,38	2,49	121,1**	89,2
- 2 (Tapioka, tapioca)	3,17	2,85	2,61	89,9*	82,3*
<u>Forsøg 3</u>					
Hold 1 (Havre, oats)	2,67	2,31	2,31	86,5	86,5
- 2 (Kosetter, mol. beet pulp)	3,21	2,95	2,54	91,9	79,1

* $P \leq 0,05$

** $P \leq 0,01$

signifikant, medens forskellen mellem soja- og ureaperioderne i majs- og kosetholdet på henholdsvis +0,4 og +8,1 enheder ikke var signifikant.

I gennemsnit af alle hold er udnyttelsen af urea-N vurderet på forholdstallene 95,1 procent, når soja sættes lig 100, medens udnyttelsen for mangelperioderne er 85,8 procent. Udelades bygholdet af denne betragtning, svarer den gennemsnitlige udnyttelse til 89,9 og 85,1 procent for henholdsvis urea- og mangelperioderne. For ureaperioderne er den i forhold til sojaperioderne ca. 10 procentenheder lavere N-udnyttelse i god overensstemmelse med beregningerne over nettoproteinudnyttelsen i kapitel 5.

KAPITEL 7

Ammoniakkoncentrationen i vomvæsken og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet

Et udtryk for proteinstoffernes samt visse andre kvælstofholdige forbindelsers nedbrydning i vommen kan opnås ved måling af NH_3 -koncentrationen i vomvæsken. NH_3 -koncentrationen er bl.a. afhængig af hastigheden, hvormed NH_3 frigøres fra foderets proteinstoffer, mikroorganismernes benyttelse af NH_3 til syntese af mikrobielt protein samt af NH_3 -absorptionen fra vommen. Urinstofkoncentrationen i blodplasmaet giver et skøn over ammoniakens cirkulation i organismen, idet NH_3 i vommen kan diffundere over i blodet og via leveren forøge plasma urinstofkoncentrationen (Haupt 1959, Cocimano og Leng 1967, Weston og Hogan 1967). Desuden kan NH_3 -koncentrationen i vommen påvirkes af blodets urinstofkoncentration, idet undersøgelser af Haupt og Haupt (1964, 1968) og Juhasz (1965) har vist, at re-cirkulationen af urinstof fra blodet til vommen skete ved diffusion og havde et lineært sammenhæng med urinstofkoncentrationen i blodplasmaet. Med får viste Thornton (1970a) ved intravenøs ureainfusion, at denne sammenhæng også kan være krumlineært med maximale plasma urinstofkoncentrationer på ca. 14-16 mg/100 ml.

Gennemsnitsværdierne for NH_3 -koncentrationen i vomvæsken inden for perioder og tidspunkter er for hvert hold vist i tabel 42. Ligeledes er gennemsnitsværdierne for urinstofkoncentrationen i blodplasmaet vist i tabel 43.

Kurveforløbet af de enkelte perioders NH_3 -koncentration og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet er inden for hold fremstillet i figur 9.

Det fremgår af figur 9, at NH_3 -koncentrationen i vomvæsken steg hurtigere end urinstofkoncentrationen i blodplasmaet. Den højeste NH_3 -koncentration i vomvæsken for alle hold og perioder blev fundet 1-2 timer efter fodringen. Afhængigt af

Tabel 42. NH_3 -N koncentrationen i vomvæske (mg/100 ml)

Table 42. NH_3 -N concentration in rumen fluid (mg/100 ml)

Periode:	I	II	III	IV	V
	(Soja)	(Urea)	(Soja)	(Mangel)	(Soja)

Forsøg 1

Hold 1 (Majs, corn)

Timer efter fodring

Hours after feeding

0	10,3	12,8	14,8	15,3	16,1
1	21,6	37,4	26,9	26,7	26,1
2	17,3	26,0	18,8	18,8	24,4
3	15,9	19,4	16,4	19,5	21,8
4	13,5	16,3	14,8	17,3	24,5
6	10,3	10,7	13,4	17,0	17,2
Gns. (av.)	14,8	20,4	17,5	19,1	21,7

Hold 2 (Havre-Tapioka, oats-tapioca)

0	14,3	17,3	17,6	15,5	18,1
1	23,2	36,8	31,3	26,8	24,4
2	20,7	27,6	27,5	23,1	26,1
3	17,8	28,1	28,2	22,1	21,3
4	17,6	24,2	24,1	17,7	16,8
6	19,6	22,8	21,5	15,8	17,1
Gns. (av.)	18,9	26,1	25,0	20,2	20,5

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)

0	12,8	13,2	9,9	3,2	8,7
1	14,7	21,0	18,0	6,2	15,1
2	11,7	20,3	15,2	6,2	17,3
3	7,8	15,8	15,2	3,6	12,5
4	7,0	7,1	8,5	3,6	11,4
6	7,0	5,5	5,0	5,1	7,2
Gns. (av.)	10,21	13,8	12,0	4,7	12,0

Hold 2 (Tapioka, tapioca)

0	11,5	8,0	13,4	5,0	14,1
1	10,5	18,0	11,8	11,1	11,1
2	12,3	12,9	11,7	10,1	9,8
3	8,9	17,1	7,8	9,5	9,5
4	5,7	7,9	6,5	7,5	6,5
6	5,9	5,9	5,3	4,7	5,8
Gns. (av.)	9,1	11,6	9,4	8,0	9,5

Tabel 42 fortsat

Table 42 cont.

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
<u>Forsøg 3</u>					
Hold 1 (Havre, oats)					
Timer efter fodring					
Hours after feeding					
0	12,6	10,2	9,4	7,3	6,8
1	18,3	28,0	13,7	12,8	9,1
2	18,9	20,0	9,0	10,3	11,3
3	12,0	12,4	8,1	6,6	10,4
4	8,9	13,2	6,2	6,5	9,3
5	8,0	7,9	5,9	5,6	8,8
7	7,0	6,3	5,6	4,4	8,7
Gns. (av.)	12,2	14,0	8,3	7,6	9,2
Hold 2 (Kosetter, molassed beet pulp)					
0	17,3	6,2	7,4	4,2	10,3
1	23,9	27,7	14,0	8,9	15,3
2	22,9	17,8	14,0	6,7	13,6
3	16,0	12,8	9,3	3,9	8,3
4	11,3	9,4	6,3	3,6	7,3
5	11,0	6,2	4,4	2,9	6,3
7	9,0	6,2	4,7	3,3	6,0
Gns. (av.)	15,9	12,3	8,6	4,8	9,6

Tabel 43 Urinstofkoncentrationen i blodplasma (mg/100 ml)

Table 43 Urea concentration in blood plasma (mg/100 ml)

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
----------	-------------	--------------	---------------	----------------	-------------

Forsøg 1

Hold 1 (Majs, corn)

Timer efter fodring

Hours after feeding

0	25,2	15,6	27,8	16,0	23,2
1	29,8	27,7	32,2	17,6	24,3
2	28,6	29,3	33,5	20,2	27,5
3	32,4	30,7	33,0	18,3	27,6
4	33,1	30,9	37,3	21,4	25,3
6	33,2	26,4	34,9	19,4	24,8
Gns. (av.)	30,4	26,8	33,1	18,8	25,5

Hold 2 (Havre-Tapioka, oats-tapioca)

0	27,1	23,9	26,3	14,5	24,0
1	32,4	32,1	29,9	18,7	27,8
2	34,9	34,1	32,2	17,4	28,6
3	32,3	34,8	33,7	18,2	29,6
4	29,8	31,2	33,4	18,9	28,7
6	30,8	32,5	32,7	18,1	27,1
Gns. (av.)	31,2	31,4	31,4	17,6	27,6

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)

0	23,6	18,8	18,0	7,0	17,0
1	27,7	26,5	22,9	6,2	16,9
2	26,8	29,4	23,2	6,6	21,0
3	25,8	30,4	21,5	6,1	20,3
4	22,5	25,7	19,8	6,6	20,6
6	21,1	22,1	19,7	5,4	20,6
Gns. (av.)	24,6	25,5	20,9	6,3	19,4

Hold 2 (Tapioka, tapioca)

0	23,7	15,9	21,1	9,8	24,2
1	28,4	23,8	25,0	10,7	26,8
2	30,5	26,3	25,4	12,2	28,5
3	29,0	24,5	24,3	15,1	26,8
4	26,2	22,5	20,7	11,9	25,0
6	23,4	17,9	18,6	10,0	22,0
Gns. (av.)	26,9	21,8	22,5	11,6	25,6

Tabel 43 fortsat

Table 43 cont.

Periode:	I	II	III	IV	V
	(Soja)	(Urea)	(Soja)	(Mangel)	(Soja)

Forsøg 3

Hold 1 (Havre, oats)

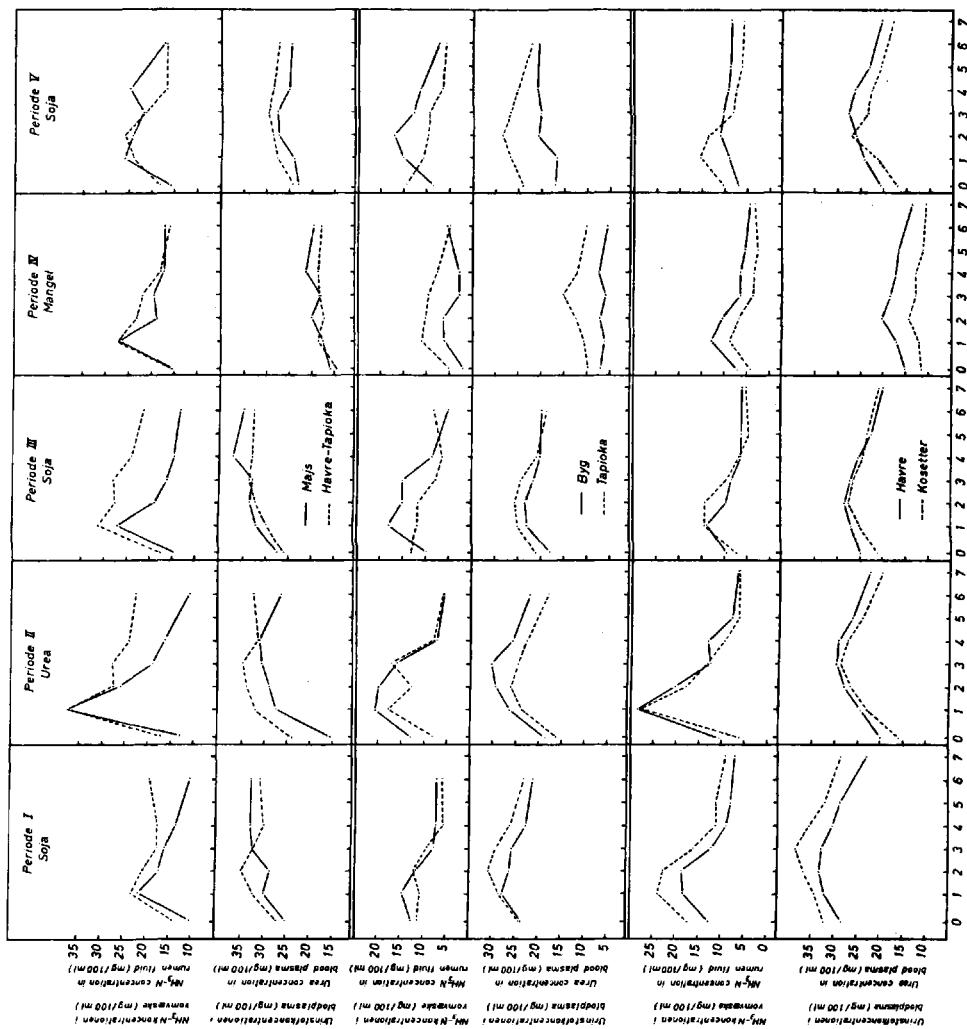
Timer efter fodring

Hours after feeding

0	28,4	20,1	24,8	15,1	20,6
1	32,2	24,4	26,9	17,1	24,3
2	33,4	28,2	28,2	20,1	25,6
3	32,9	29,8	26,9	18,6	27,6
4	30,4	29,2	24,8	17,1	26,2
5	28,9	26,7	22,4	16,6	23,1
7	23,0	22,4	19,9	13,7	20,4
Gns. (av.)	29,9	25,8	24,8	16,9	24,0

Hold 2 (Kosetter, molassed beet pulp)

0	32,4	16,3	21,2	11,5	17,2
1	34,3	23,0	25,0	12,2	21,6
2	36,8	26,9	27,5	14,3	26,8
3	38,5	28,9	26,8	12,7	23,6
4	35,7	27,3	24,2	12,7	22,8
5	32,1	24,2	23,1	11,3	20,6
7	28,8	19,9	20,8	10,5	18,1
Gns. (av.)	34,1	23,8	24,1	12,2	21,5



Figur 9 NH_2 -koncentrationen i vomvæsken og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet på forskellige tidspunkter efter fodringen.

Figure 9 NH_2 concentration in rumen fluid and urea concentration in blood plasma at different times after feeding.

stigningen i NH_3 -koncentrationen fremkaldtes en stigning i blodets urinstofkoncentration. Den maksimale urinstofkoncentration i blodet er dog tidsforskudt med 1-2 timer i forhold til den højeste NH_3 -koncentration i vommen. Efter de højeste koncentrationer fulgte et karakteristisk fald, der for NH_3 -koncentrationen var hurtigere end for urinstofkoncentrationen, og ca. 4-6 timer efter fodringen havde nået udgangsværdierne fra før fodringen.

Den største stigning i NH_3 -koncentrationen fandtes i ureaperioderne, hvilket også bevirkede en større stigning i blodets urinstofkoncentration. NH_3 -koncentrationen er højest for majs- og havre-tapiokaholdet. Især i mangelperioderne er værdierne ikke væsentlig lavere i disse hold end i sojaperioderne, hvilket kan skyldes den dårligere ensilagekvalitet, der benyttedes i mangelperioderne. Urinstofkoncentrationen i blodplasmaet var til gengæld for alle hold signifikant lavere i mangelperioderne end i de øvrige perioder, hvilket kunne tyde på, at dyrene søgte at opretholde en vis NH_3 -koncentration i vommen, og at der i mangelperioderne diffunderede urinstof fra blodet til vommen (Haupt og Haupt 1964, Juhasz 1965) eller også, som det er antydnet under afsnittet over kvælstofudskillelsen i gødningen, at der er diffunderet urinstof fra blodet til tyktarmsafsnittene. Begge steder kan mikroorganismerne have haft mulighed for at benytte ammoniakken til syntese af bakterieprotein (Thornton et al. 1970).

Det er bemærkelsesværdigt, at der særligt i ureaperioden i det aftagende kurveforløb over NH_3 -koncentrationen i vommen igen blev fundet en mindre stigning 3-4 timer efter fodringen for havre-tapioka-, tapioka- og havreholdet, medens kurveforløbet for de øvrige hold har været jævnt aftagende. Denne forskel i NH_3 -koncentrationen i vommen kunne i forbindelse med resultaterne over kvælstoffets udnyttelse tyde på, at majs, byg og kosetter var mere velegnede kulhydratkilder for mikroorganismernes proteinsyntese, idet det tilbagediffunderende urinstof fra blodet til vommen efter spaltning til NH_3 og CO_2 har kun-

net udnyttedes kontinuerligt af mikroorganismene. Denne antagelse er i overensstemmelse med undersøgelser over α -byndet glukose (stivelse) af Vestergaard Thomsen (1972), der fandt, at denne udgjorde ca. 92, 81 og 65% af NFE-fraktionen i henholdsvis majs, byg og havre. F-værdierne fra variansanalysen er vist i tabel 44.

Med undtagelse af blodurinstof for forsøg 2 fandtes ingen signifikante forskelle mellem hold for NH_3 - eller urinstofkoncentrationerne. Mellem perioder fandtes signifikante forskelle for begge kriterier med de højeste NH_3 gennemsnitsværdier i ureaperiode II på henholdsvis 23,1, 12,7 og 13,2 mg NH_3 -N/100 ml for forsøg 1, 2 og 3. De højeste gennemsnitlige urinstofværdier i blodplasmaet på henholdsvis 33,1, 26,9 og 34,1 mg/100 ml fandtes i sojaperiode III for majsholdet og i soja-perioderne I for tapioka-, havre- og kosetholdene. I urea-perioderne var værdierne henholdsvis 25,8, 31,4, 25,5, 21,8, 25,8 og 23,8 mg/100 ml blodplasma for de 6 hold. Mellem måletidspunkterne fandtes også signifikante forskelle. De højeste gennemsnitlige NH_3 -værdier på henholdsvis 28,2, 13,6 og 17,1 mg/100 ml fandtes 1 time efter fodringen for forsøg 1, 2 og 3, medens de højeste urinstofværdier i blodplasmaet på henholdsvis 29,1, 23,1 og 26,8 mg/100 ml blev fundet 3 timer efter fodringen for forsøg 1 og to timer efter fodringen for forsøg 2 og 3. Variationen mellem køer var størst for hold 2 i forsøg 1. Der fandtes desuden en signifikant vekselvirkning mellem hold og perioder.

Blodplasmaets kvantitative urinstofindhold

I forsøg 3 blev der gennemført undersøgelser over blodplasmaets kvantitative urinstofindhold ved hjælp af plasmavolumenbestemmelser med farvestoffet Evans blue. Den anvendte metodik til plasmavolumenbestemmelsen er beskrevet af Gregersen og Rawson (1959), medens Evans blue-analyserne blev gennemført ved hjælp af en ekstraktionsmetode efter Tornberg (1958). Efter en enkelt injektion af 30 ml Evans blue blev der gennem et stationært kateter udtaget blodprøver til analyse for Evans blue i tidsintervallerne 10, 15, 20, 30, 45, 60 og 90 min.

Tabel 44 F-værdier for urinstofkoncentrationen i blodplasmaet samt NH_3 og pH i vomvæsken

Table 44 F-values of urea concentration in blood plasma, NH_3 and pH in rumen fluid

		F-værdier								
		Forsøg 1 ^a			Forsøg 2 ^b			Forsøg 3 ^c		
		NH_3	Urinstof	pH	NH_3	Urinstof	pH	NH_3	Urinstof	pH
Perioder	4	15,83 ³	126,32 ³	19,90 ³	12,27 ³	104,79 ³	8,42 ³	46,05 ³	204,79 ³	6,12 ³
Hold ^d	1	2,09	0,26	0,64	1,06	6,06	1,90	0,03	0,65	4,40
Måletidspkt.	5	54,32 ³	20,98 ³	11,42 ³	17,48 ³	10,10 ³	14,16 ³	52,75 ³	28,35 ³	28,31 ³
Køer hold 1 ^e	3	24,73 ²	8,80 ³	14,36 ³	1,67	3,93 ¹	6,33 ²	2,98 ¹	25,49 ³	2,88 ¹
- - 2	3	35,87 ³	30,70 ³	36,87 ³	3,37 ¹	1,89	1,06	0,75	9,24 ³	6,09 ³
Perioder x hold	4	9,75 ³	7,21 ³	4,36 ²	3,50 ²	8,90 ³	9,02 ³	6,39 ³	14,13 ³	4,63 ²

1 $P \leq 0,05$ 2 $P \leq 0,01$ 3 $P \leq 0,001$

a) f rest = 219 b) f rest = 190 c) f rest = 251 d) f rest = 6 (5 forsøg 2)

e) f = 2 i forsøg 2

Undersøgelsen blev gennemført for 3 køer på hold 1 i periode II og V samt for 4 køer på hold 2 i perioderne I, II og III. Kørnes plasmavolumen samt urinstofindhold på de forskellige tidspunkter efter fodringen er anført i tabel 45.

Det fremgår af tabel 45, at urinstofindholdet i blodplasmaet i henhold til koncentrationsværdierne i tabel 43, varierede i afhængighed af fodringstidspunktet. I gennemsnit af prøver inden for køer varierede mængderne fra 4,6 - 8,7 g i soja-perioderne. Korrigeres værdierne derimod for urinstofindholdet i prøverne før fodringen (T_0), fandtes den største gennemsnitlige stigning med undtagelse af periode V hold 2 tre timer efter fodringen. I gennemsnit af perioder steg urinstof-N fra soja- til ureaperioden fra henholdsvis 301 til 630 mg urinstof-N for hold 1 og fra henholdsvis 288 til 829 mg urinstof-N for hold 2. Over for sojaperioderne viste variansanalysen en signifikant stigning for de korrigerede urinstofmængder i ureaperioden for begge hold ($P \leq 0,05$ hold 1; $P \leq 0,001$ hold 2).

Sammenhængen mellem NH_3 -koncentrationen i vomvæskens og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet

For at undersøge sammenhængen mellem NH_3 -koncentrationen i vomvæskens og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet blev der, som anført i tabel 46 gennemført korrelationsberegninger mellem de to variable på forskellige tidspunkter i forhold til fodringen.

Korrelationerne mellem de to variable ved de forskellige tidspunkter var alle positive, men sammenhængene er lave. Bortset fra korrelationen før fodringen (T_0) fandtes de højeste korrelationer henholdsvis to og seks timer efter fodringen. Den lavere korrelation ved T_1 hænger sammen med NH_3 -værdiernes hurtige stigning én time efter fodringen, hvorefter NH_3 -værdierne igen aftager (fig. 9). Yderligere fandtes en stigning i korrelationerne, når urinstofværdierne i blodplasmaet blev tidsforskudt med én time i forhold til NH_3 -værdierne i vomvæskens. Udtrykt ved r^2 stiger denne fra 0,26 til 0,32 i

Tabel 45. Plasmavolumen (PV) og total urinstof i blodplasma

(g) på forskellige tidspunkter efter fodringen.

Table 45. Plasma volume (PV) and total urea in blood(g) at different times past feeding.

Forsøg 3Hold 1 (Havre, oats)

Ko nr.:	1		2		3		Urinstof-N Gns. (av.)
	Urinstof	Urinstof-N	Urinstof	Urinstof-N	Urinstof	Urinstof-N	
	Urea	Urea-N	Urea	Urea-N	Urea	Urea-N	
	g	T ₁₋₇ -T ₀	g	T ₁₋₇ -T ₀	g	T ₁₋₇ -T ₀	
<u>Periode II (Urea)</u>							
<u>PV, ltr.:</u>	<u>24,9</u>		<u>22,0</u>		<u>21,4</u>		
Timer efter fodring (T)							
Hours after feeding (T)							
0	4,34	-	4,64	-	4,48	-	-
1	5,98	0,75	5,56	0,42	5,25	0,35	0,51
2	7,15	1,28	6,17	0,70	6,02	0,70	0,90
3	7,80	1,58	6,57	0,88	6,32	0,84	1,10
4	7,55	1,46	6,13	0,68	5,74	0,60	0,91
5	7,20	1,30	4,88	0,11	4,22	-0,12	0,43
7	5,98	0,75	4,02	-0,28	3,09	-0,63	-0,06
Gns. (av.)	6,57	1,19	5,42	0,42	5,02	0,29	0,63

Periode V (Soja)

PV, ltr.:	24,7		25,6		22,5		
0	6,23	-	4,14	-	4,41	-	-
1	7,20	0,44	5,24	0,50	5,04	0,29	0,41
2	7,54	0,60	4,96	0,37	5,17	0,35	0,44
3	7,79	0,71	5,73	0,72	5,06	0,30	0,58
4	7,87	0,74	5,16	0,47	4,83	0,19	0,47
5	7,02	0,36	4,12	-0,01	4,50	0,04	0,13
7	6,46	0,10	3,43	-0,33	3,46	-0,43	-0,22
Gns. (av.)	7,16	0,49	4,68	0,29	4,64	0,12	0,30

Tabel 45 - fortsat
Table 45 - continued

Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)

Ko nr.:	5					6					7					8				
	Uninstof-Urea-N					Uninstof-Urea-N					Uninstof-Urea-N					Uninstof-Urea-N				
	T ₁₋₇ -T ₀					T ₁₋₇ -T ₀					T ₁₋₇ -T ₀					T ₁₋₇ -T ₀				
	g					g					g					g				
	20,6					23,0					21,9					25,7				
PV, ltr.:	20,6					23,0					21,9					25,7				
Timer after feeding	(T)					(T)					(T)					(T)				
Hours after feeding	(T)					(T)					(T)					(T)				
0	7,16	0,78	6,78	-0,15	7,65	-0,01	7,61	-0,02	7,87	-0,02	7,65	-0,02	7,61	-0,02	7,87	-0,02	7,87	-0,02	7,87	-0,02
1	8,87	0,59	6,46	-0,01	9,08	0,35	9,08	0,56	8,03	0,56	9,08	0,56	9,08	0,56	8,03	0,56	8,03	0,56	8,03	0,56
2	3,46	0,76	6,76	0,35	8,88	0,38	8,88	0,36	9,08	0,36	8,88	0,36	8,88	0,36	9,08	0,36	9,08	0,36	9,08	0,36
3	8,83	0,66	7,54	-0,38	8,44	0,45	8,44	0,04	9,73	0,04	8,44	0,04	8,44	0,04	9,73	0,04	9,73	0,04	9,73	0,04
4	8,60	-0,03	5,95	-0,45	7,74	-0,97	7,74	-0,06	8,39	-0,06	7,74	-0,06	7,74	-0,06	8,39	-0,06	8,39	-0,06	8,39	-0,06
5	7,10	0,39	5,79	-0,27	7,52	0,40	7,52	0,26	8,59	0,26	7,52	0,26	7,52	0,26	8,59	0,26	8,59	0,26	8,59	0,26
7	6,29	0,40	4,64	-0,27	8,13	0,40	8,13	0,26	7,75	0,26	8,13	0,26	8,13	0,26	7,75	0,26	7,75	0,26	7,75	0,26
Gns. (av.)	7,90	0,40	6,27	-0,27	8,13	0,40	8,13	0,26	8,63	0,26	8,13	0,26	8,13	0,26	8,63	0,26	8,63	0,26	8,63	0,26
Period II (Urea)																				
PV, ltr.:	18,8					20,2					22,4					22,6				
Timer after feeding	(T)					(T)					(T)					(T)				
Hours after feeding	(T)					(T)					(T)					(T)				
0	2,89	0,73	3,00	-0,45	3,64	-0,45	3,64	-0,45	4,23	-0,45	3,64	-0,45	3,64	-0,45	4,23	-0,45	4,23	-0,45	4,23	-0,45
1	4,51	0,68	3,99	1,11	4,71	1,11	4,71	1,04	6,11	1,04	4,71	1,04	4,71	1,04	6,11	1,04	6,11	1,04	6,11	1,04
2	4,39	1,12	5,44	1,06	5,50	1,16	5,50	0,80	7,42	0,80	5,50	0,80	5,50	0,80	7,42	0,80	7,42	0,80	7,42	0,80
3	5,35	0,99	5,32	0,82	5,92	0,36	5,92	0,53	7,74	0,53	5,92	0,53	5,92	0,53	7,74	0,53	7,74	0,53	7,74	0,53
4	5,07	0,70	5,54	-0,20	4,56	0,28	4,56	0,69	6,90	0,69	4,56	0,69	4,56	0,69	6,90	0,69	6,90	0,69	6,90	0,69
5	4,43	0,40	4,80	-0,17	4,80	-0,20	4,80	0,48	6,54	0,48	4,80	0,48	4,80	0,48	6,54	0,48	6,54	0,48	6,54	0,48
7	3,77	0,77	3,79	-0,20	4,93	0,28	4,93	0,62	4,32	0,62	4,93	0,62	4,93	0,62	4,32	0,62	4,32	0,62	4,32	0,62
Gns. (av.)	4,34	0,77	4,55	-0,20	4,93	0,28	4,93	0,62	6,18	0,62	4,93	0,62	4,93	0,62	6,18	0,62	6,18	0,62	6,18	0,62
Period III (Soja)																				
PV, ltr.:	22,2					24,5					25,3					27,4				
Timer after feeding	(T)					(T)					(T)					(T)				
Hours after feeding	(T)					(T)					(T)					(T)				
0	4,81	0,61	4,97	-0,42	6,03	-0,42	6,03	-0,42	5,27	-0,42	6,03	-0,42	6,03	-0,42	5,27	-0,42	5,27	-0,42	5,27	-0,42
1	6,15	0,19	5,91	0,47	7,10	0,47	7,10	0,16	5,51	0,16	7,10	0,16	7,10	0,16	5,51	0,16	5,51	0,16	5,51	0,16
2	5,88	0,26	6,00	0,73	8,59	0,73	8,59	0,84	6,89	0,84	8,59	0,84	8,59	0,84	6,89	0,84	6,89	0,84	6,89	0,84
3	5,39	0,37	6,57	0,40	7,88	0,40	7,88	0,16	6,83	0,16	7,88	0,16	7,88	0,16	6,83	0,16	6,83	0,16	6,83	0,16
4	5,62	0,05	5,86	-0,17	6,39	-0,20	6,39	0,59	6,20	0,59	6,39	0,59	6,39	0,59	6,20	0,59	6,20	0,59	6,20	0,59
5	4,93	0,24	4,61	-0,20	7,32	0,28	7,32	0,48	6,15	0,48	7,32	0,48	7,32	0,48	6,15	0,48	6,15	0,48	6,15	0,48
7	4,28	0,26	4,53	-0,20	7,10	0,28	7,10	0,62	4,80	0,62	7,10	0,62	7,10	0,62	4,80	0,62	4,80	0,62	4,80	0,62
Gns. (av.)	5,29	0,26	5,49	-0,20	7,20	0,28	7,20	0,62	5,95	0,62	7,20	0,62	7,20	0,62	5,95	0,62	5,95	0,62	5,95	0,62

Tabel 46 Signifikante korrelationer mellem NH_3 -koncentrationen i vomvæsken og urinstofkoncentrationen i blodplasma

Tabel 46 Significant correlations between NH_3 concentration in rumen fluid and urea concentration in blood plasma

Ureakoncentration i blodplasma	NH_3 -N koncentrationen i vomvæsken NH_3 -N concentration in rumen fluid					
Urea concentration in blood plasma	T_0	T_1	T_2	T_3	T_4	T_6
T_0	0,60					
T_1		0,46				
T_2		0,47	0,51			
T_3			0,57	0,46		
T_4				0,47	0,41	
T_6					0,45	0,51

T_0 = før fodringen, T_{1-6} = 1-6 timer efter fodringen

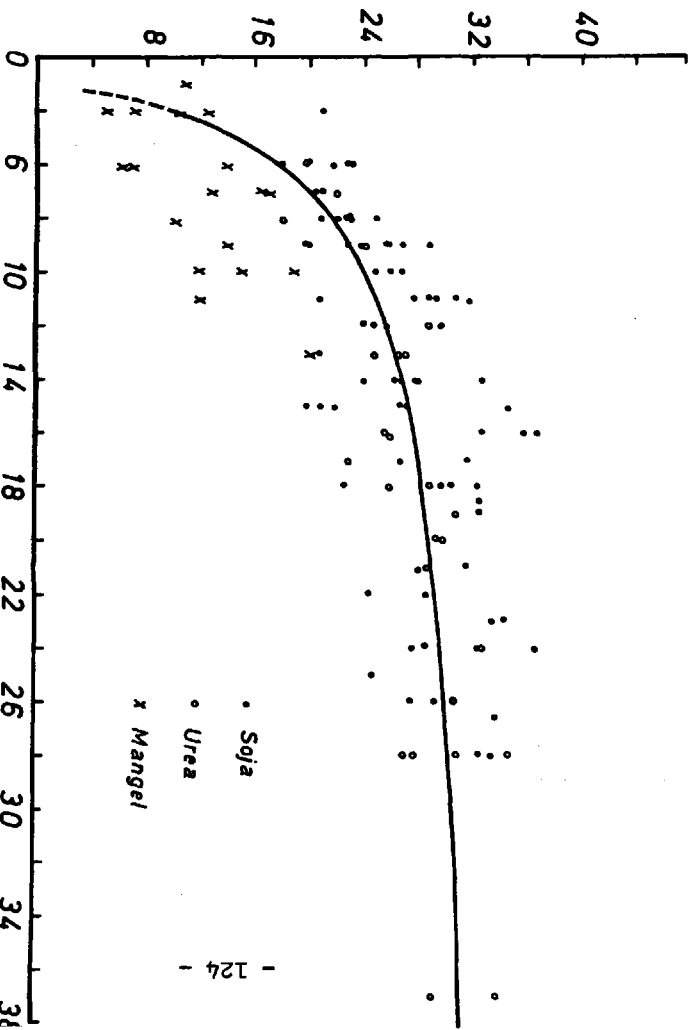
blodplasmaet for henholdsvis T_2 og T_3 . Dette viser, at der i disse forsøg maksimalt kan forklares 32% af variationen i én metabolit ved variationen i den anden.

I figur 10 er forløbet af det tidsforskudte sammenhæng mellem urinstofkoncentrationen i blodplasmaet og NH_3 -koncentrationen i vomvæsken vist.

Værdierne fra mangelperioderne i forsøg 1 er på grund af højere NH_3 -koncentrationer i denne periode udeladt af beregningerne. De høje NH_3 -værdier skyldes den dårlige ensilagekvalitet, der blev benyttet i disse perioder.

Sammenhængen blev både testet ved anvendelse af en lineær funktion og en hyperbel funktion: $y = a + b/x$, med en horizontal asymptote for $y = a$ og en vertikal asymptote for $x = 0$ (Hald 1960). Dette resulterede i følgende ligningssæt, hvor y betegner urinstofkoncentrationen i blodplasmaet og x angiver NH_3 -N-koncentrationen i vomvæsken (mg/100 ml), $n = 122$.

Urinstof koncentrationen i blodplasma (mg/100ml)
Urea concentration in blood plasma (mg/100ml)



$\text{NH}_3\text{-N}$ koncentrationen i vomvæske (mg/100ml)
 $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration in rumen fluid (mg/100ml)

Figur 10

Sammenhængen mellem urinstofkoncentrationen i blod-plasmaet og NH_3 -koncentrationen i vomvæsken.

Figure 10

Relationship between urea concentration in blood plasma and NH_3 concentration in rumen fluid.

Ligningerne viser, at hyperbel funktionen bedre beskriver punkt samlingen i figur 10 end den lineære funktion, idet $r^2 \times 100$ er forøget med 12 pct. fra 46 til 58 pct. Tilsvarende er s_p 1 pct. af b reduceret med 1,9 procent. Forskellen mellem den lineære

Lineær funktion: $y = 15,69 + 0,644x$ $s = 5,21$ $s_p = 0,063$ $r = 0,68$
Hyperbel funktion: $y = 33,68 + 92,73/x$ $s = 4,67$ $s_p = 7,34$ $r = 0,76$

funktion og hyperbel funktionen er signifikant, idet $F_{(1,119)} = 29,14$, $P \leq 0,01$. Hyperbel funktionen nærmer sig asymptotisk mod 33,68 mg urinstof pr. 100 ml blodplasma, når NH_3 -koncentrationen i vommen bliver uendelig stor. Det fremgår af materialet fra disse forsøg, at der findes en øvre grænse for urinstofkoncentrationen i blodplasmaet. Figur 10 viser yderligere den største stigning i urinstofkoncentrationen fra ca. 6 mg pr. 100 ml til ca. 28 mg pr. 100 ml blodplasma, når NH_3 -koncentrationen i vommen stiger fra ca. 4 mg pr. 100 ml til ca. 16 mg pr. 100 ml vomvæske. Gennemsnitsværdier på ca. 30 mg urinstof pr. 100 ml blodplasma blev nået ved 28 mg NH_3 -N pr. 100 ml vomvæske. Udover denne NH_3 -koncentration eksisterer kun to observationer ved 37 mg NH_3 -N pr. 100 ml vomvæske og funktionen er i dette interval kun steget med ca. 1 mg urinstof pr. 100 ml blodplasma. Hyperbel funktionen må betragtes som et tilfredsstillende skøn over sammenhængen mellem værdierne for de to variable fundet i denne undersøgelse.

Ved differentiering af ligningen kan det punkt på kurven beregnes, hvor tangenten har en hældning på 45° . Dette punkt fandtes for $x = 9,63$ mg NH_3 -N/100 ml vomvæske og $y = 24,05$ mg urinstof pr. 100 ml blodplasma. Det må antages, at dette punkt indicerer et vendepunkt for blodurinstoffets recykling til vommen, idet recyklingen ikke vil kunne øges i samme udstrækning som NH_3 -diffussionen fra vommen til blodet, men stigende mængder blodurinstof vil blive udskilt gennem nyrerne i urinen.

Sammenhængen mellem NH_3 -koncentrationen i vomvæsken, urinstofkoncentrationen i blodplasmaet og forskellige parametre i kvælstofomsætningen

Signifikante sammenhæng mellem g N optaget, gN fordøjet, g N udnyttet og g N i urinen og koncentrationerne af de to metaboliter i henholdsvis vomvæsken og blodplasmaet i forhold til fodringstidspunktet er vist i tabel 47.

Tabellen viser, at korrelationerne mellem g N fordøjet og NH_3 -koncentrationen i vomvæsken og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet er forøget ubetydeligt i forhold til korrelationerne med g N optaget. For NH_3 -koncentrationen fandtes de største korrelationer før fodringen (T_0) og to timer efter fodringen (T_2).

Tabel 47. Signifikante korrelationer ($P < 0,001$) mellem forskellige parametre i kvælstofomsætningen ($n = 115$)

Tabel 47. Significant correlations ($P < 0,001$) between different parameters in nitrogen metabolism ($n = 115$)

	NH ₃ -N koncentrationen i vomvæske NH ₃ -N concentration in rumen fluid						Urea koncentrationen i blodplasma Urea concentration in blood plasma					
	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₆	T ₀	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₆
g N optaget g N ingested	0,46	0,36	0,45	0,38	0,31	0,36	0,67	0,68	0,66	0,65	0,64	0,63
g N fordøjet g N digested	0,48	0,39	0,47	0,40	0,34	0,38	0,73	0,73	0,69	0,69	0,67	0,67
g N udnyttet g N utilized	-	-	-	-	-	-	0,46	0,43	0,40	0,39	0,35	0,32
g N i urinen g N in urine	0,55	0,58	0,59	0,55	0,57	0,61	0,68	0,72	0,69	0,70	0,70	0,74

For urinstofkoncentrationen i blodplasmaet fandtes de største korrelationer før fodringen (T_0), og én time efter fodringen (T_1), hvorefter korrelationerne var jævnt aftagende for de følgende måletidspunkter. Endvidere fandtes en større sammenhæng mellem blodurinstofværdierne og kvælstofparametrene end med NH_3 -værdierne i vommen. Udtrykt ved $r^2 \times 100$ kan der således fra variationen i g N optaget og g N fordøjet maksimalt forklares henholdsvis 21 og 23 pct. af variationen i NH_3 -N-koncentrationen i vomvæsken ved T_0 , medens henholdsvis 46 og 53 pct. af variationen i urinstofkoncentrationen i blodplasmaet ved T_1 kan forklares ud fra variationen i de to parametre. Af variationen i g N udnyttet kan der forklares 21 pct. fra variationen i urinstofkoncentrationen i blodplasmaet ved T_0 , medens korrelationerne mellem g N udnyttet og NH_3 -koncentrationen i vomvæsken var meget lave.

Den største sammenhæng med kvælstofudskillelsen i urinen fandtes ved T_2 for NH_3 -koncentrationen i vomvæsken og ved T_1 og T_6 for urinstofkoncentrationen i blodplasmaet, hvor henholdsvis 52 og 54 pct. af variationen i kvælstofudskillelsen i urinen kan forklares ved urinstofkoncentrationen i blodplasmaet.

For at få en bedre vurdering over sammenhængen mellem g N udnyttet og NH_3 -koncentrationen i vomvæsken samt urinstofkoncentrationen i blodplasmaet, blev der gennemført multiple regressions- og korrelationsberegninger med g N udnyttet som den afhængig variable (y) og koncentrationstværdierne ved T_0 , $T_1 \dots T_6$ for vom- og blodmetabolitterne som de uafhængig variable (x). Der opnåedes følgende ligningssæt ($n = 115$):

1 Ammoniakkoncentrationen i vomvæsken (AM):

$$y = 96,83 + 1,486 AM_0 + 1,703 AM_4 + 2,057 AM_2 + 0,705 AM_1$$

s_b	0,697	0,646	0,775	0,495
t_b	2,13*	÷ 2,64**	2,66**	÷ 1,42

$s = 24,6 \text{ pct.} \quad F = 4,22. \quad R = 0,33***$

2 Urinstofkoncentrationen i blodplasmaet (BU):

$$y = 71,36 + 2,106 BU_0 \quad r = 0,46***$$

$$s_b \quad \quad \quad 0,384 \quad \quad \quad s = 22,9 \text{ pct.}$$

$$t_b \quad \quad \quad 5,49***$$

3 Ammoniak- og urinstofkoncentrationen

$$y = 69,91 + 2,190 BU_0 + 0,566 AM_6 + 1,137 AM_2 + 1,192 AM_4$$

$$s_b \quad \quad \quad 0,414 \quad \quad \quad 0,781 \quad \quad \quad 0,559 \quad \quad \quad 0,808$$

$$t_b \quad \quad \quad 5,29*** \quad \quad \div 0,73 \quad \quad \quad 2,04* \quad \quad \div 1,48$$

$$s = 22,6 \text{ pct.} \quad F = 10,06. \quad R = 0,50***$$

De variable indgår i ligningerne i henhold til den rækkefølge, hvormed restspreddningen omkring ligningen blev reduceret. Således blev spredningen i ligning 3 med de variable BU_0 , AM_6 , AM_2 og AM_4 reduceret med henholdsvis 21,0, 2,8, 1,5 og 1,5 pct. Variable, der reducerede spredningerne med mindre end 1 pct., blev ikke medtaget. Den totale reduktion i ligning 3 udgjorde 26,8 pct. mod henholdsvis 13,3 og 21,0 pct. i ligning 1 og 2.

Det ses af ligningerne, at den største sammenhæng med kvælstofudnyttelsen blev opnået, når både ammoniakværdierne i vommen og urinstofkoncentrationen i blodet blev inddraget. En signifikant positiv indflydelse blev dog kun opnået med BU_0 -og AM_2 -værdierne. Heraf havde blodurinstofkoncentrationen før fodringen den største effekt.

I forhold til de simple korrelationer i tabel 46 kunne der opnås en signifikant sammenhæng med kvælstofudnyttelsen ved inddragelse af flere målinger over ammoniakkoncentrationen i vomvæsken i en multipel regressionsanalyse, men kun 10% af variationen i N-udnyttelsen kunne forklares af ligning 1. Med ligning 3 kunne dog kun forklares 25% af variationen i kvælstofudnyttelsen.

Sammenhængen mellem NH_3 -koncentrationen i vomvæsken samt urinstofkoncentrationen i blodplasmaet og kvælstofoptagelsen

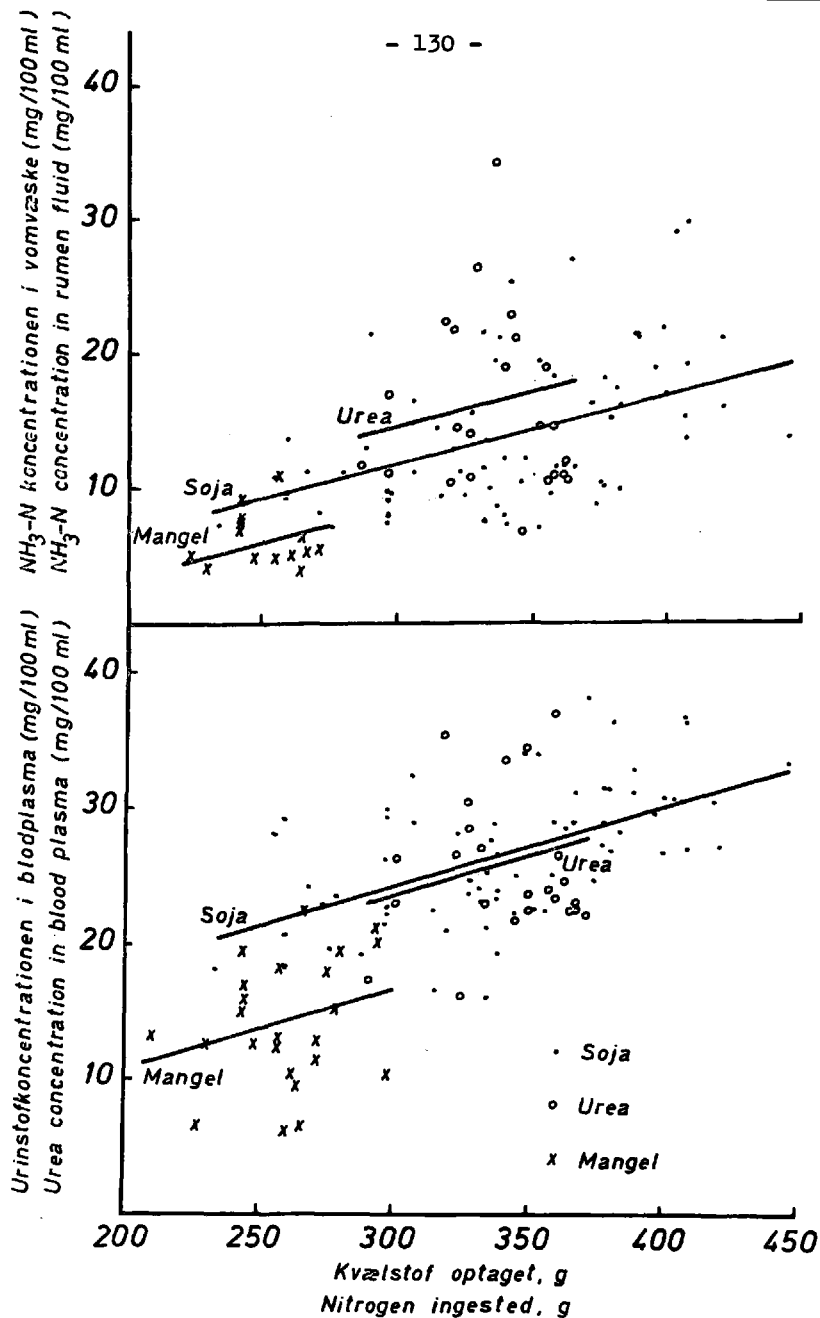
Sammenhængen mellem kvælstofoptagelsen og koncentrationen af metabolitterne i vomvæsken og blodplasmaet for henholdsvis soja-, urea- og mangelperioderne er vist i figur 11.

Som det fremgår af figur 11, er værdierne for mangelperioderne på grund af den lavere kvælstofoptagelse placeret nederst i figuren. For NH_3 -N er værdierne i mangelperioderne for forsøg 1 på grund af førnævnte forhold ligeledes udeladt af beregningerne. En kovariansanalyse viste signifikante niveauforskelle mellem kvælstofkilderne for både NH_3 -N i vomvæsken ($P \leq 0,05$) og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet ($P \leq 0,001$). Derimod fandtes ingen signifikante forskelle i hældningskoefficienterne. Linierne for de forskellige kvælstofkilder er derfor i figur 11 indlagt med fælles hældningskoefficient. Interceptværdierne for NH_3 -værdierne i vomvæsken er henholdsvis $+3,64$, $+0,89$ og $+6,74$ for soja-, urea- og mangelperioderne, medens fælles hældningskoefficienten er $0,051$ ($P \leq 0,001$). Undersøgelsen viste, at der bestod signifikante niveauforskelle mellem urea- og sojaperioderne ($F(1,89) = 4,60$ $P \leq 0,05$) samt mellem urea- og mangelperioderne ($F(1,34) = 7,80$ $P \leq 0,01$) men ikke mellem soja- og mangelperioderne. For urinstofkoncentrationen i blodplasmaet er interceptværdierne henholdsvis $6,25$, $5,47$ og $+1,31$ for soja-, urea- og mangelperioderne med en fælles hældningskoefficient på $0,060$ ($P \leq 0,001$). Mellem soja- og ureaperioderne fandtes ingen signifikant forskel. Derimod bestod der signifikante forskelle mellem soja- og mangelperioderne ($F(1,89) = 30,35$, $P \leq 0,01$) samt mellem urea- og mangelperioderne ($F(1,43) = 6,44$, $P \leq 0,05$).

Regressionsligningerne på totalmaterialet, hvor y henholdsvis betegner NH_3 -N-koncentrationen i vomvæsken samt urinstofkoncentrationen i blodplasmaet og x angiver g N optaget pr. dag, er vist nedenstående:

NH_3 -N i vomvæsken (n = 107):

$$y = + 8,38 + 0,066x, s = 5,21, s_b = 0,010, r = 0,54, p \leq 0.001$$



Figur 11 Sammenhængen mellem $\text{NH}_3\text{-N}$ -koncentrationen i vomvæsken samt urinstofkoncentrationen i blodplasmaet og kvælstofoptagelsen.

Figure 11 Relationships between $\text{NH}_3\text{-N}$ concentration in rumen fluid and urea concentration in blood plasma, and N intake.

Urinstofkoncentrationen i blodplasmaet (n = 115):

$$y = + 7,52 + 0,097x, s = 5,02, s_b = 0,009, r = 0,70, p \leq 0,001$$

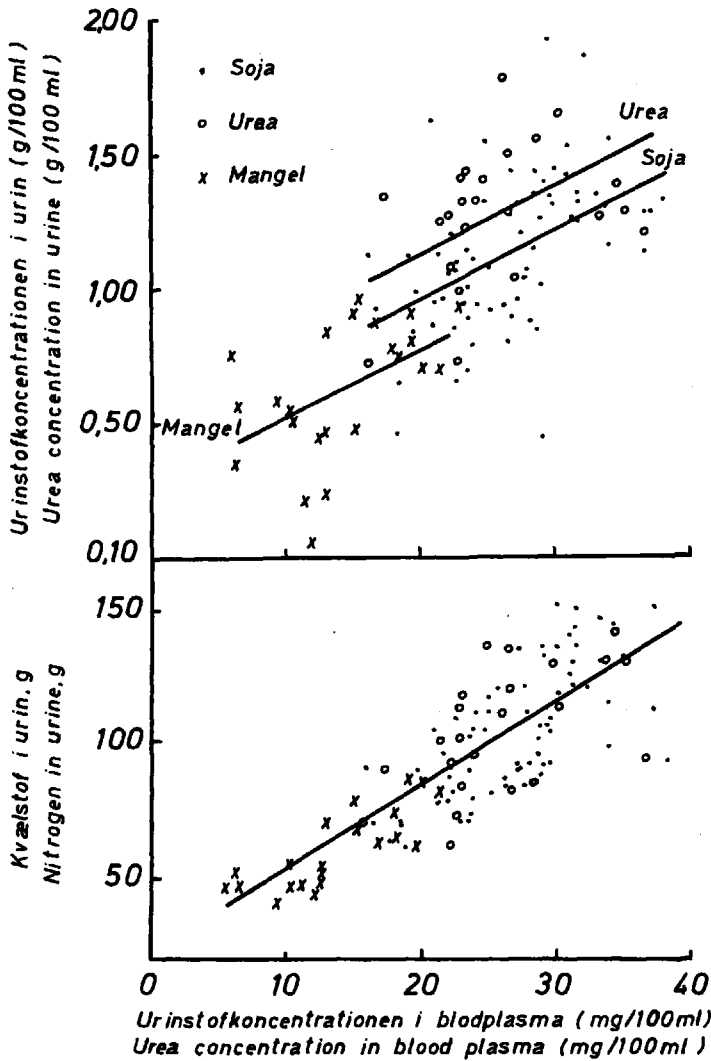
Regressionsligningerne viser, at der består signifikante positive relationer mellem begge metabolitter og kvælstofoptagelsen. For NH_3 -N-koncentrationen beskriver ligningen kun 29% af variationen, medens sammenhængen mellem urinstofkoncentrationen og N optagelsen er større, idet 49% af variationen kan forklares ud fra totalligningen. Afhængigt af prøveudtagelsestidspunktet fandt Egan og Kellaway (1971) med får, at mellem 41-56% af variationen i NH_3 -koncentrationen og mellem 48-62% af variationen i urinstofkoncentrationen kunne beskrives ud fra variationen i kvælstofoptagelsen. Thornton (1970c) fandt også høje korrelationer i undersøgelser med får.

Sammenhængen mellem urinstofkoncentrationen i blodplasmaet og kvælstofudskillelsen i urinen

I undersøgelser over urinstofkoncentrationen i blodplasmaet og udskillelsen af total-N og urinstof-N i urinen påvistes positive sammenhæng mellem urinstofkoncentrationen i blodet og kvælstofudskillelsen i urinen, idet koncentrationerne viste samme forløb med tiltagende afstand fra fodringen (Møller 1967, Thornton 1970a). Thornton (1970a) fandt yderligere en reciprok sammenhæng mellem urinstofudskillelsen i urinen og tilbagestrømningen af urinstof fra blodet til vommen.

I tabel 47 er vist korrelationer fra 0,68-0,74 mellem kvælstofudskillelsen i urinen og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet ved forskellige måletidspunkter i forhold til fodringen. Sammenhængen mellem urinstof- og kvælstofudskillelsen i urinen og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet er fremstillet grafisk i figur 12.

Figuren viser, at værdierne for mangelperioderne på grund af den lavere urinstofkoncentration i blodplasmaet er placeret på et lavere niveau end værdierne for soja- og ureaperioderne.



Figur 12 Sammenhængen mellem urinstofkoncentrationen og kvælstofudskillelsen i urinen og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet.

Figure 12 Relationship between urea concentration and nitrogen excretion in urine, and urea concentration in blood plasma.

En kovariansanalyse viste ingen signifikante niveau- eller hældningsforskelle mellem perioderne for sammenhængen mellem N i urinen og urinstof i blodet. Derimod fandtes signifikante niveauforskelle mellem perioderne for urinstofkoncentrationen i urinen og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet ($P \leq 0,001$) men ikke mellem hældningskoefficienterne for de forskellige kvælstofkilder.

Nedenstående regressionsligning viser sammenhængen mellem N-udskillelsen i urinen i g pr. dag (y) og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet (x) $n = 115$.

$$y = 21,57 + 3,115x, s = 17,52, s_b = 0,233, r = 0,78, P \leq 0,001$$

Ligningen viser positive signifikante relationer mellem urinstofkoncentrationen i blodplasmaet og kvælstofudskillelsen i urinen. Af variationen i y kunne 61% forklares med den beregnede ligning.

Polan et al. (1970) fandt med større ureamængder i foderet og en kvælstofudskillelse i urinen på op til 300 g pr. dag, at kurveforløbet bedst kunne beskrives med en kvadratisk funktion. I nærværende undersøgelser med kvælstofmængder i urinen op til ca. 150 g pr. dag fandtes imidlertid ingen signifikant forbedring ved benyttelse af en kvadratisk ligning. Egan og Kellaway (1971) fandt ligeledes en signifikant sammenhæng mellem N i urinen og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet hos får.

Kurveforløbet af urinstofkoncentrationen i urinen og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet er på grund af signifikante niveauforskelle mellem perioderne indtegnet med fælles hældningskoefficient ($b = 0,025, P \leq 0,001$). Interceptværdierne for soja-, urea- og mangelperioderne er henholdsvis 0,46, 0,63 og 0,27. Af interceptværdierne fremgår, at urinstofudskillelsen i urinen i ureaperioderne har været 133 pct. større end for mangelperioderne og 37 pct. større

end for sojaperioderne. Kovariansanalysen viste signifikante forskelle mellem urea- og sojaperioderne ($F(1,89) = 7,83$, $P \leq 0,01$) og mellem urea- og mangelperioderne ($F(1,43) = 14,66$, $P \leq 0,001$), men ikke mellem soja- og mangelperioderne. Da den gennemsnitlige totale kvælstofudskillelse i ureaperioderne i forhold til urinstofkoncentrationen i blodplasmaet ikke har været større end i sojaperioderne, tyder værdierne på, at urinkvælstoffet i ureaperioderne overvejende har bestået af urea-N.

Total-regressionsligningen for alle perioder, hvor y markerer urinstofkoncentrationen i urinen (g/100 ml) og x betegner urinstofkoncentrationen i blodplasmaet (mg/100 ml), viste følgende sammenhæng, $n = 115$:

$$y = 0,25 + 0,034x, s = 0,26, s_p = 0,003, r = 0,68, p \leq 0,001$$

Det ses, at der består signifikante positive relationer mellem de to kriterier. Med denne ligning kunne 46 pct. af variationen i urinstofkoncentrationen i urinen forklares ved variationen i urinstofkoncentrationen i blodplasmaet. Urinstofkoncentrationen i blodplasmaet må derfor betragtes som en vigtig faktor for kvælstof- og urinstofudskillelsen i urinen, hvilket er i overensstemmelse med resultater fundet af Cocimano og Leng (1966, 1967) samt Thornton (1970a).

Thyroxinkoncentrationen i blodplasmaet

Undersøgelser over thyroxinkoncentrationen i blodplasmaet blev gennemført i forsøg 2. Værdierne er anført i tabel 48 og grafisk fremstillet i figur 13.

Det fremgår af tabel 48 og figur 13, at der gennemgående fandtes en stigende tendens i blodplasmaets thyroxinkoncentration med tiltagende afstand fra fodringen. Dette forhold kan måske bero på, at thyroxinkoncentrationen kan være afhængig af ændringer i plasmavolumen samt proteinkoncentrationen i blodet, som anført af De Costre et al. (1971), der fandt daglige variationer i thyroxinindholdet i blodplasma hos mennesker.

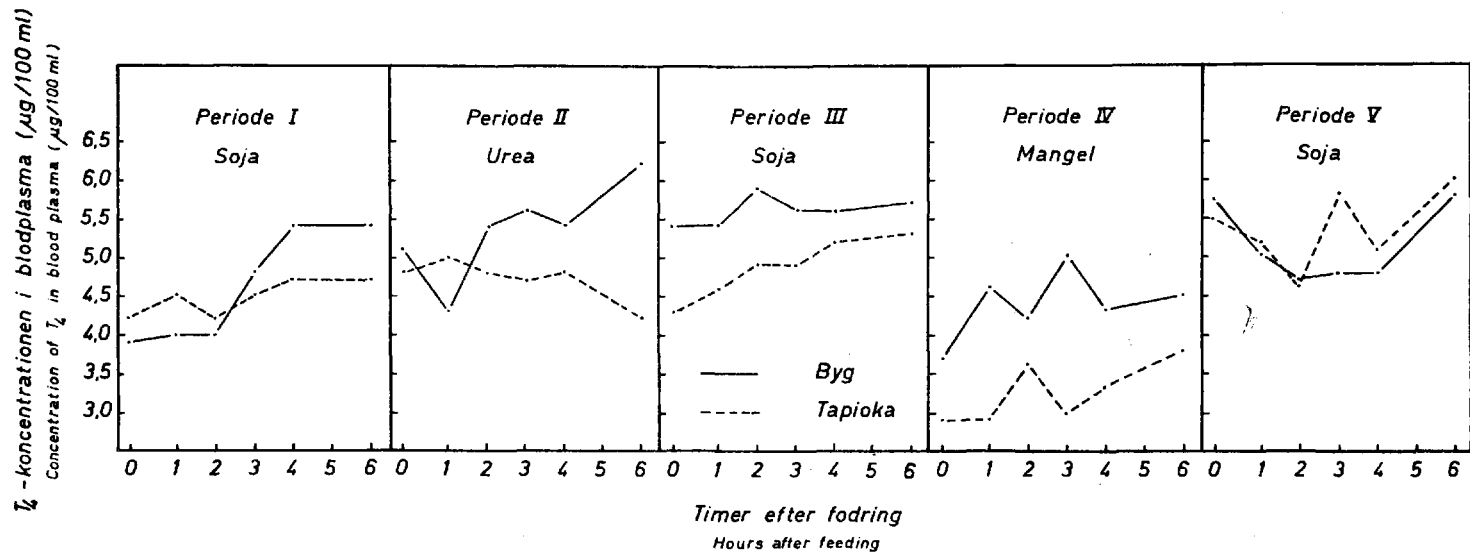
Tabel 48. Thyroxinkoncentrationen i blodplasma ($\mu\text{g}/100\text{ ml}$).

Table 48. Concentration of thyroxine in blood plasma ($\mu\text{g}/100\text{ ml}$).

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
<u>Forsøg 2</u>					
<u>Hold 1 (byg, barley)</u>					
<u>Timer efter fodring</u>					
<u>Hours after feeding</u>					
0	3.9	5.1	4.9	3.7	5.7
1	4.0	4.3	4.9	4.6	5.0
2	4.0	5.4	5.9	4.2	4.7
3	4.8	5.6	5.6	5.0	4.8
4	5.4	5.4	5.6	4.3	4.8
6	5.4	6.2	5.7	4.5	5.8
Gns. (av.)	4.6	5.3	5.4	4.4	5.1

Hold 2 (Tapioka, tapioca)

0	4.2	4.8	4.3	2.9	5.5
1	4.5	5.0	4.6	2.9	5.2
2	4.2	4.8	4.9	3.6	4.6
3	4.5	4.7	4.9	3.0	5.8
4	4.7	4.8	5.2	3.3	5.1
6	4.7	4.2	5.3	3.8	6.0
Gns. (av.)	4.5	4.7	4.9	3.3	5.4



Figur 13. Thyroxinkoncentrationen i blodplasma på forskellige tidspunkter efter fodringen.

Figure 13. Concentration of thyroxine in blood plasma at different times after feeding.

I undersøgelser af Havskov Sørensen (1958) fandtes desuden variationer i proteinbundet jod i blodplasma med vekslende temperatur i forhold til årstiden. Hos stude i samme fysiologiske stiland fandtes derimod ingen variationer i thyroxinsekretionen.

I proteinmangelperioden fandtes i forhold til soja- og ureaperioderne en lavere thyroxinkoncentration for begge hold. Variationsanalysen viste signifikante forskelle mellem perioder ($P \leq 0,001$) men ikke mellem hold og måletidspunkter. Derimod fandtes en signifikant forskel mellem køer inden for begge hold ($P \leq 0,001$). Ligeledes var vekselvirkningen mellem hold og perioder signifikant ($P \leq 0,05$). Duncans "multiple range" test viste ingen signifikante forskelle i thyroxinkoncentrationen mellem perioder for bygholdet. Derimod fandtes en signifikant lavere thyroxinkoncentration i mangelperiode IV for tapiokaholdet overfor de øvrige perioder, der ikke var signifikant forskellig fra hinanden. Urea har således ikke haft en nedsættende virkning på blodplasmaets thyroxinkoncentration. Derimod synes proteinkoncentrationen i rationen at øve indflydelse på thyroxinkoncentrationen i blodplasmaet.

En lavere thyroxinsekretion og ^{131}J -koncentration i blodplasmaet med en proteinmangelration blev fundet af Bergner og Münchow (1968) hos grise. Ligeledes blev der fundet en sammenhæng mellem proteinets BV og thyroxinsekretionen. Det er derimod ikke hidtil antaget, at tilsvarende forhold kunne være gældende hos drøvtyggere. Under nedsat proteinsyntese kunne dog måske forventes en lavere thyroidea-funktion.

KAPITEL 8

pH-målinger i vomvæsken

På forskellige tidspunkter efter fodringen blev der udtaget vomprøver og umiddelbart efter udtagelsen blev der foretaget pH-målinger. Da kærerne ikke var forsynet med vomfistel, kunne der ikke foretages direkte målinger i vommen. De opnåede værdier kan derfor være påvirkede af udtagelsesmetodikken med vomsonde, hvilket dog ikke skulle have haft indflydelse på forholdet mellem hold eller perioder, da der altid anvendtes samme fremgangsmåde.

Gennemsnitsværdierne for kær inden for hold og perioder er anført i tabel 49 og grafisk vist i figur 14.

Tabel 49 og figur 14 viser et karakteristisk forløb i vomindholdets pH. Før fodringen fandtes de højeste værdier og derefter en nedgang indtil 2-4 timer efter fodringen, der efterfulgtes af en stigning indtil sidste prøveudtagning 6-8 timer efter fodringen. I ingen perioder konstateredes unormal lave pH-værdier. I sojaperiode III har værdierne for byg- og kosetholdet imidlertid nået et lavere niveau end i de øvrige perioder. I ureaperioden har pH-forløbet især for majsholdet i forsøg 1 været på et højere niveau indtil 3 timer efter fodringen. Dette kan muligvis skyldes en forhalet NH_3 -frigørelse fra urea eller en langsommere kraftfoderoptagelse hos disse kær.

Som det fremgår af tabel 44, viste variansanalysen ingen signifikante forskelle i pH-værdierne mellem hold, selvom der i perioderne I-III i kosetholdet fandtes lavere pH-værdier end i havreholdet. Derimod fandtes signifikante forskelle mellem perioderne, med de højeste gennemsnitlige pH-værdier på 7,1 i periode II for majsholdet og 6,6-6,9 for de andre hold. Mellem måletidspunkterne fandtes også signifikante forskelle, med de

abel 49. pH i vomyske.

able 49. ph in rumen fluid.

eriode

I II III IV V
(Soja) (Urea) (Soja) (Mangel) (Soja)

Timer after fodring

Hours after feeding

orsøg 1

old 1 (Majs, corn)

0	7,0	7,5	7,1	7,0	7,1
1	6,3	7,4	6,8	6,8	6,8
2	6,4	7,2	6,9	7,0	6,9
3	6,5	6,8	6,8	6,9	6,9
4	6,7	6,8	6,7	6,8	6,8
6	6,7	6,8	7,0	7,0	6,8
Gns. (av.)	6,6	7,1	6,9	6,9	6,9

old 2 (Havre-tapioka, oats-tapioca)

0	6,9	6,8	7,0	7,1	6,9
1	6,4	6,9	6,7	6,8	6,7
2	6,4	7,0	6,8	6,7	6,7
3	6,9	6,8	6,8	6,8	6,7
4	6,4	6,8	6,8	6,9	6,7
6	6,6	6,5	6,8	6,8	6,7
Gns. (av.)	6,6	6,8	6,8	6,9	6,7

orsøg 2

old 1 (Byg, barley)

0	7,0	7,1	6,8	7,0	7,1
1	6,6	6,5	6,5	6,8	6,9
2	6,7	6,5	6,2	6,7	6,6
3	6,9	6,3	6,2	6,6	6,7
4	6,7	6,5	6,2	6,8	6,7
6	6,6	6,5	6,4	6,8	6,6
Gns. (Av.)	6,8	6,6	6,4	6,8	6,8

old 2 (Tapioka, tapioca)

0	6,9	6,8	7,0	7,3	6,9
1	7,2	6,6	6,8	6,7	6,4
2	6,8	6,5	6,7	6,7	6,5
3	6,8	6,7	6,7	6,8	6,5
4	6,7	6,5	6,7	6,7	6,6
6	6,7	6,8	6,8	6,9	6,6
Gns. (Av.)	6,9	6,7	6,8	6,9	6,6

Tabel 49 Fortsat.

Table 49 Continued.

Periode	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
---------	-------------	--------------	---------------	----------------	-------------

Timer efter fodring
Hours after feeding

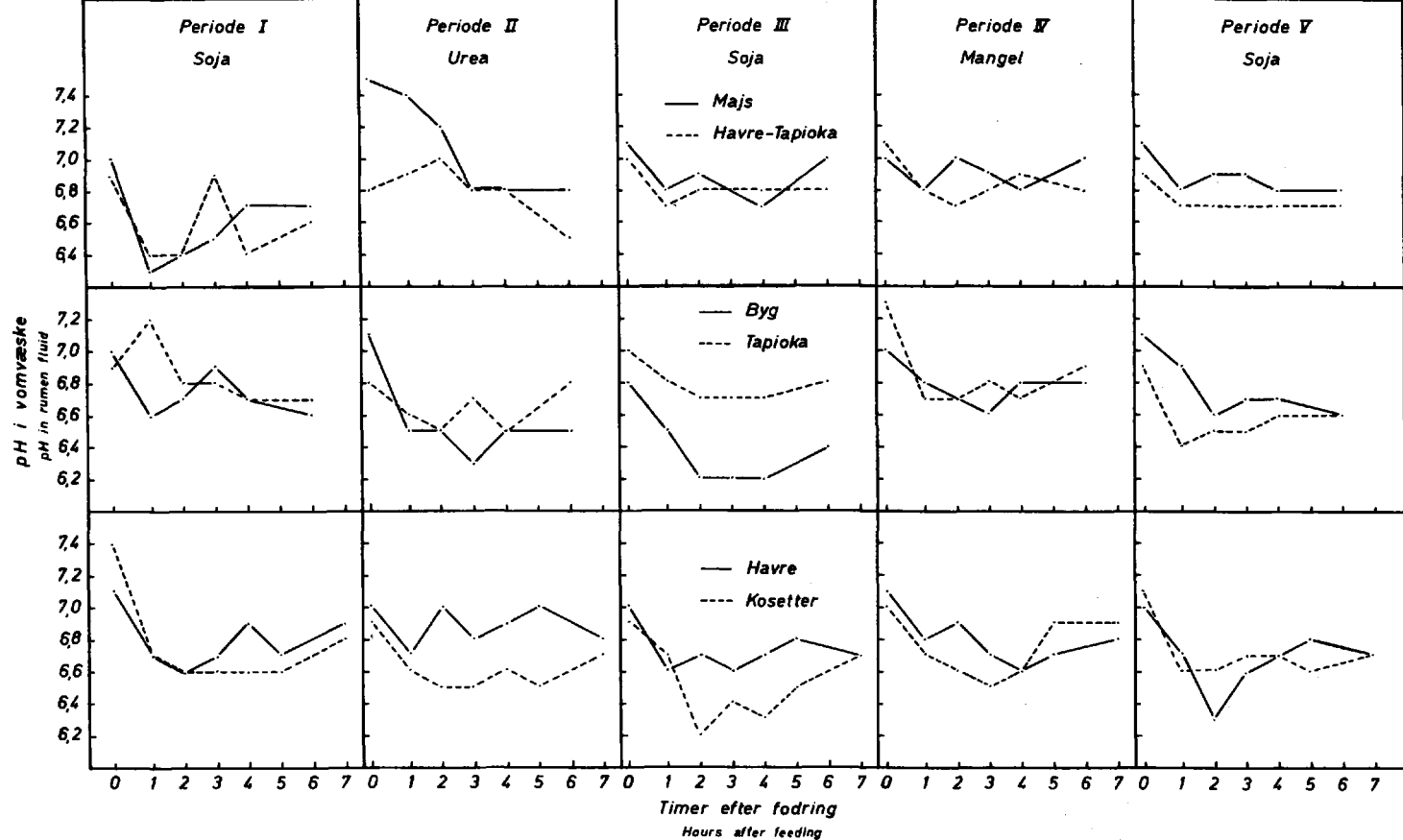
Forsøg 3

Hold 1 (Havre, oats)

0	7,1	7,0	7,0	7,1	7,0
1	6,7	6,7	6,6	6,8	6,7
2	6,6	7,0	6,7	6,9	6,3
3	6,7	6,8	6,6	6,7	6,6
4	6,9	6,9	6,7	6,6	6,7
5	6,7	7,0	6,8	6,7	6,8
7	6,9	6,8	6,7	6,8	6,7
Gns. (Av.)	6,8	6,9	6,7	6,8	6,7

Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)

0	7,4	6,9	6,9	7,0	7,1
1	6,7	6,6	6,7	6,7	6,6
2	6,6	6,5	6,2	6,6	6,6
3	6,6	6,5	6,4	6,5	6,7
4	6,6	6,6	6,3	6,6	6,7
5	6,6	6,5	6,5	6,9	6,6
7	6,8	6,7	6,7	6,9	6,7
Gns. (Av.)	6,8	6,6	6,5	6,7	6,7



Figur 14 pH-værdier i vomvæsken i relation til fodringstidspunktet.

Figure 14 pH values in rumen fluid in relation to feeding time.

højeste gennemsnitlige værdier på omkring pH 7,0 før fodringen. Med undtagelse af hold 2 i forsøg 2 fandtes ligeledes signifikante forskelle mellem køer. Vekselvirkningen mellem hold og perioder var også signifikant for alle forsøg.

Ved kontinuerlige pH-målinger i vommen konstaterede Farries og Zgajnar (1969) ingen signifikante forskelle mellem soja-, urea- eller proteinmangelhold, selvom pH for ureaholdet gennemsnitlig var højere end for de øvrige hold.

KAPITEL 9

Koncentrationen af flygtige fedtsyrer i vomvæsken

Som før omtalt kan kvælstofomsætningen og proteinsyntesen i vommen ved hjælp af mikroorganismerne ikke betragtes isoleret, idet den mikrobielle proteinsyntese bl.a. er afhængig af mængden af lettilgængelige kulhydrater. Hungate (1966) har fremhævet, at den mikrobielle proteinsyntese kan begrænses ved mangel på kulhydrater, der i vommen under anaerobe gæringsbetingelser danner grundsubstansen for ATP til bakteriel cellevækst. Som følge heraf ville det være af betydning at få et indblik i forgæringshastigheden af de forskellige kulhydratkilder, der benyttedes i nærværende undersøgelse. Koncentrationen af de flygtige fedtsyrer samt forholdet imellem dem (mol %) giver et udtryk for forgæringsforløbet af kulhydraterne i vommen (Kaufmann et al. 1972).

Koncentrationen af flygtige fedtsyrer i vomvæsken blev kun undersøgt i forsøg 2 og 3. I forsøg 2 indgik to dyr pr. hold i undersøgelsen, medens alle dyr blev taget med i forsøg 3. I tabellerne 50-55 er angivet gennemsnitsværdier for fedtsyrekoncentrationerne, der blev målt på samme tidspunkter efter fodringen, som NH_3 -koncentrationen i vomvæsken. Enkeltværdierne for de forskellige tidspunkter efter fodringen er anført i apendixheftet.

Desuden er kurveforløbet af eddikesyre (ES), propionsyre (PS) og smørsyre (SS) vist i figur 15. Det fremgår af figur 15, at de største koncentrationer af flygtige fedtsyrer blev fundet ca. 2-3 timer efter fodringen. Dette forløb er karakteristisk for fedtsyrerne i de fleste perioder.

Tabel 50 Koncentrationen af total flygtige fedtsyrer i vomvæsken (Millimol/100 ml.)
 Table 50 Total volatile fatty acid concentration in rumen fluid (M.moles/100 ml.)

Periode	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
<u>Forsøg 1</u>			I.A. x)		
<u>Forsøg 2</u>					
Hold 1 (Byg, barley)	9,6	10,5	10,4	9,7	11,0
Hold 2 (tapioka, tapioca)	9,6	10,1	10,7	11,7	9,5
<u>Forsøg 3</u>					
Hold 1 (Havre, oats)	8,6	11,0	8,9	8,4	9,2
Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)	12,6	10,7	10,4	10,1	10,2

x) Ikke analyseret (not analysed)

Tabel 51 Koncentrationen af eddikesyre i vomvæsken
Table 51 Concentration of acetic acid in rumen fluid

Periode	I (Soja)		II (Urea)		III (Soja)		IV (Mangel)		V (Soja)	
	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %
<u>Forsøg 1</u>	I.A. x)									
<u>Forsøg 2</u>										
Hold 1 (Byg, barley)	62,4	(65,8)	66,5	(64,2)	66,4	(64,6)	65,9	(68,7)	69,8	(64,7)
Hold 2 (Tapioka tapioca)	65,7	(68,4)	67,7	(67,7)	72,7	(68,3)	72,4	(63,1)	63,2	(66,9)
<u>Forsøg 3</u>										
Hold 1 (Havre, oats)	56,4	(65,6)	74,1	(67,7)	59,1	(66,8)	56,6	(67,5)	60,7	(66,2)
Hold 2 (Kosetter mol.beet pulp)	81,2	(64,9)	68,7	(64,5)	66,3	(64,1)	67,4	(67,0)	65,9	(64,9)
x)	Ikke analyseret (not analysed)									

Tabel 52 Koncentrationen af propionsyre i vomvæsken

Table 52 Concentration of propionic acid in rumen fluid

Periode	I (Soja)		II (Urea)		III (Soja)		IV (Mangel)		V (Soja)	
	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %

Forsøg 1

I.A. x)

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)	17,0 (17,7)	21,0 (19,7)	21,1 (20,4)	18,3 (18,7)	21,2 (18,9)
Hold 2 (Tapioka, tapioca)	17,6 (18,4)	20,2 (20,1)	20,1 (18,6)	25,1 (21,1)	18,1 (19,2)

Forsøg 3

Hold 1 (Havre, oats)	16,4 (19,0)	20,6 (18,7)	16,1 (17,9)	14,8 (17,5)	17,1 (18,4)
Hold 2 (Kosetter mol.beet pulp)	27,3 (21,2)	21,1 (19,5)	20,9 (19,9)	20,2 (19,9)	20,2 (19,6)

x) Ikke analyseret (not analysed)

Tabel 53 Koncentrationen af smørsyre i vomvæsken
 Table 53 Concentration of butyric acid in rumen fluid

Periode	I (Soja)		II (Urea)		III (Soja)		IV (Mangel)		V (Soja)	
	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %
<u>Forsøg 1</u>	I.A. x)									
<u>Forsøg 2</u>										
Hold 1 (Byg, barley)	12,3	(12,9)	13,2	(12,3)	11,4	(10,9)	9,2	(9,5)	15,2	(13,5)
Hold 2 (Tapioka tapioca)	9,2	(9,6)	8,3	(8,3)	10,5	(9,7)	14,1	(11,9)	10,0	(10,5)
<u>Forsøg 3</u>										
Hold 1 (Havre, oats)	10,1	(11,7)	11,1	(10,1)	10,1	(11,4)	9,4	(11,2)	10,3	(11,2)
Hold 2 (Kosetter mol.beet pulp)	14,2	(11,2)	13,8	(12,8)	12,6	(12,0)	10,6	(10,4)	11,9	(11,5)

x) Ikke analyseret (not analysed)

Tabel 54 Koncentrationen af valerianesyre i vomvæsken

Table 54 Concentration of valeric acid in rumen fluid

Periode	I (Soja)		II (Urea)		III (Soja)		IV (Mangel)		V (Soja)	
	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %

Forsøg 1

I.A. x)

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)	1,6	(1,7)	1,8	(1,7)	1,6	(1,6)	1,2	(1,2)	1,5	(1,3)
Hold 2 (Tapioka tapioca)	1,3	(1,4)	1,3	(1,3)	1,4	(1,3)	1,9	(1,6)	1,3	(1,4)

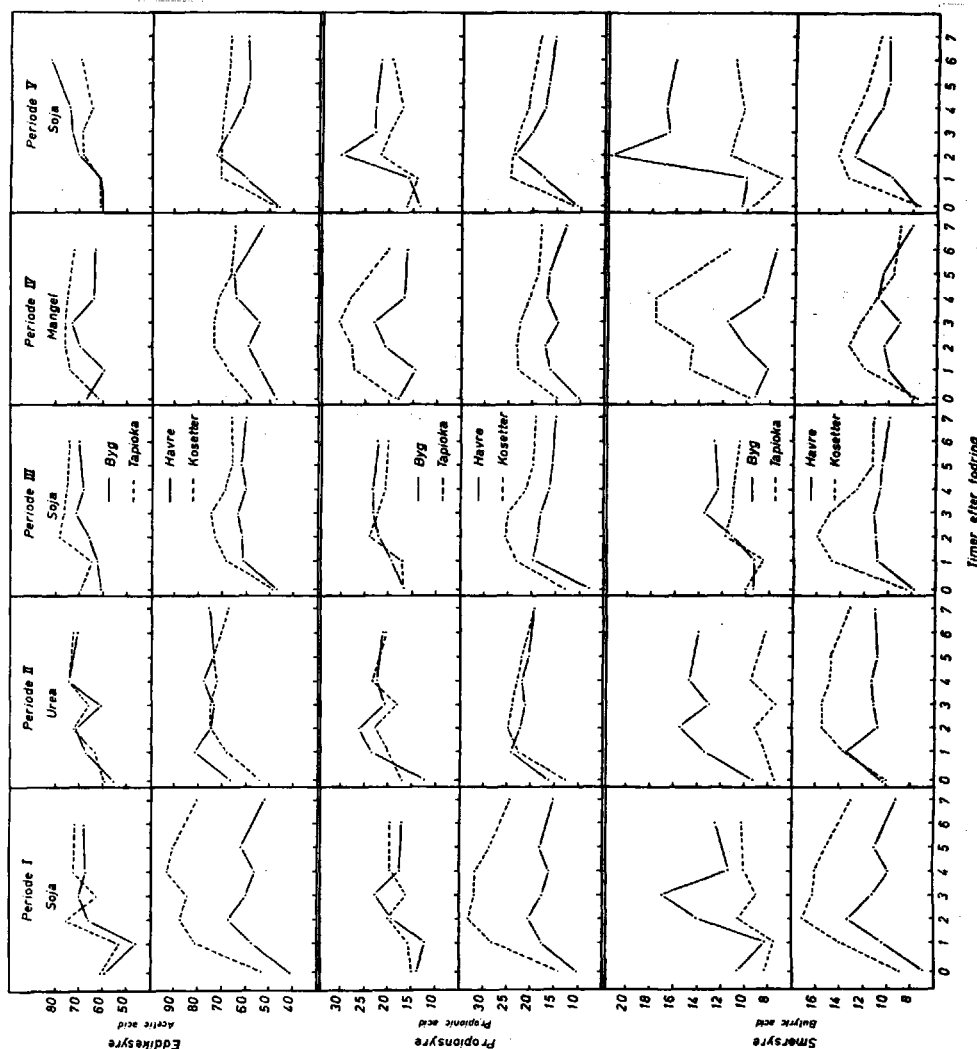
Forsøg 3

Hold 1 (Havre, oats)	1,1	(1,2)	1,4	(1,2)	1,1	(1,2)	0,9	(1,0)	1,2	(1,3)
Hold 2 (Kosetter mol.beet pulp)	1,4	(1,1)	1,4	(1,3)	1,4	(1,3)	1,1	(1,1)	1,3	(1,2)

x) Ikke analyseret, (not analysed)

Tabel 55 Koncentrationen af isovaleriane- og isosmørsyre i vomvæsken
 Table 55 Concentration of isovaleric and isobutyric acid in rumen fluid

Periode	I (Soja)		II (Urea)		III (Soja)		IV (Mangel)		V (Soja)	
	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %	Millimol pr.ltr.	Mol %
<u>Forsøg 1</u>	I.A. x)									
<u>Forsøg 2</u>										
Hold 1 (Byg, barley)	2,0	(2,1)	2,4	(2,3)	2,8	(2,7)	2,0	(2,1)	1,9	(1,8)
Hold 2 (Tapioka tapioca)	2,2	(2,5)	2,7	(2,8)	2,5	(2,3)	3,0	(2,5)	2,1	(2,2)
<u>Forsøg 3</u>										
Hold 1 (Havre, oats)	1,8	(2,2)	2,1	(1,9)	1,8	(2,0)	1,9	(2,4)	2,2	(2,5)
Hold 2 (Kosetter mol.beet pulp)	1,7	(1,5)	1,1	(1,1)	2,2	(2,2)	1,1	(1,1)	2,3	(2,3)
x)	Ikke analyseret (not analysed)									



Figur 15 Koncentrationen (mmol/liter) af flygtige fedtsyrer i vomvæsken på forskellige tidspunkter efter fodringen.

Figure 15 Concentrations (mmoles/litre) of volatile fatty acids in rumen fluid at different times after feeding.

F-værdierne fra variansanalysen er vist i tabel 56. I forsøg 2 fandtes de højeste gennemsnitlige eddike- og propionsyreværdier for tapiokaholdet, medens smørsyre- og valerianesyrekonzentrationen, med undtagelse af periode IV, var højest for byggholdet. De totale syrekonzentrationer var i gennemsnit af alle perioder på 10, 2 mmol/100 ml for begge hold, og som det fremgår af tabel 56, var forskellen mellem hold i dette forsøg ikke signifikant for nogen af de undersøgte syrekonzentrationer. Mellem perioder fandtes derimod signifikante forskelle for alle syrer med undtagelse af smørsyre- og valerianesyre. For totalsyrekonzentrationen fandtes i gennemsnit af begge hold den laveste værdi på 9,6 mmol/100 ml i periode I, medens den højeste værdi på 11,7 mmol/100 ml blev fundet i periode IV for tapiokaholdet. I ureaperioden var koncentrationen gennemsnitlig 10,3 mmol/100 ml. For eddiksyrer fandtes de højeste gennemsnitlige værdier på 72,6 mmol/ltr. i perioderne III og IV for tapiokaholdet, medens den laveste koncentration, på henholdsvis 62,4 og 63,2 mmol/ltr., fandtes i periode I for byggholdet og i periode V for tapiokaholdet. Den højeste propionsyreværdi på 25,1 mmol/ltr. fandtes i periode IV for tapiokaholdet. De laveste værdier fra 17,0-17,6 mmol/ltr. fandtes i periode I. I ureaperioderne var koncentrationen gennemsnitlig 20,6 mmol/ltr. Smørsyreværdierne på 15,2 mmol/ltr. var højest i periode V for byggholdet, medens værdierne i ureaperioderne henholdsvis var 13,2 og 8,3 mmol/ltr. for byg- og tapiokaholdet. De forgrenede fedtsyrer isosmørsyre og isovalerianesyre, hvoraf der kan opstå mangel ved fodring med rene fodermidler og urea som eneste N-kilde (Ørskov og Oltjen 1967), var i forsøg 2 gennemsnitlig lavest i sojaperioderne I og V på henholdsvis 0,9 og 0,8 mmol/ltr. for isosmørsyre og 1,2 mmol/ltr. i begge perioder for isovalerianesyre. I ureaperioderne fandtes gennemsnitlig henholdsvis 1,1 og 1,5 mmol/ltr. isosmør- og isovalerianesyre.

Mellem måletidspunkterne fandtes signifikante forskelle for næsten alle flygtige syrer. De højeste værdier fandtes ca. 2-3 timer efter fodringen og de laveste ved udtagningen før fod-

Tabel 56 F-værdier over flygtig fedtsyresammensætning i vomvæsken (Millimol/litr.)
Table 56 F-values of rumen volatile fatty acid composition (M.moles/litre)

		F-værdier						
f	Total FFS Total VFA	ES C ₂	PS C ₃	SS C ₄	ISS ISOC ₄	VALS C ₅	IVALS ISOC ₅	
<u>Forsøg 2^a</u>								
Perioder	4	2,50 ¹	2,75 ¹	3,74 ²	2,05	10,08 ³	0,43	3,73 ²
Hold ^c	1	0,02	0,57	0,08	1,13	0,00	0,50	2,16
Måletidspkt.	5	11,64 ³	13,05 ³	9,13 ³	6,64 ³	3,88 ³	17,75 ³	2,66 ¹
Køer hold 1	2	11,45 ³	4,85 ²	11,08 ³	21,35 ³	10,75 ³	7,93 ³	0,33
Køer hold 2	3	3,62 ¹	6,03 ³	0,32	2,44	1,72	0,09	12,29 ³
Perioder x hold	4	5,82 ³	3,88 ²	4,83 ³	13,64 ³	2,41 ²	7,82 ³	5,83 ³
<u>Forsøg 3^b</u>								
Perioder	4	13,39 ³	12,66 ³	17,82 ³	13,67 ³	15,27 ³	15,10 ³	22,40 ³
Hold ^d	1	23,38 ²	22,51 ²	20,25 ²	8,80 ¹	3,16	6,45 ¹	0,18
Måletidspkt.	6	29,75 ³	23,64 ³	50,53 ³	28,13 ³	9,54 ³	35,35 ³	25,06 ³
Køer hold 1	3	4,12 ²	4,49 ²	2,18	9,58 ³	4,21 ²	4,87 ²	6,36 ³
Køer hold 2	3	3,68 ¹	1,33	13,93 ³	13,23 ³	18,62 ³	7,44 ³	6,45 ³
Perioder x hold	4	17,90 ³	22,09 ³	20,26 ³	4,95 ³	17,35 ³	2,68 ¹	16,04 ³

1) $P \leq 0,05$ 2) $P \leq 0,01$ 3) $P \leq 0,001$

a) f rest = 103 b) f rest = 251 c) f rest = 5 d) f rest = 6

ringen samt 6 timer efter fodringen. Signifikante forskelle fandtes endvidere mellem kør inden for hold. Variationen mellem køerne var for de fleste syrer større for hold 1 (byg) end for hold 2 (tapioka). Vekselvirkningen mellem perioder og hold var ligeledes signifikant for alle observerede fedtsyrer.

I forsøg 3 fandtes i henhold til tabel 56, med undtagelse af iso-valerianesyre, signifikante forskelle mellem hold for alle syrer. De højeste værdier påvistes for kosetholdet. De gennemsnitlige syreværdier for henholdsvis koset- og havreholdet var følgende: total FFS 10,8 og 9,2 mmol/100 ml, eddikesyre 69,9 og 61,4 mmol/ltr., propionsyre 21,9 og 17,0 mmol/ltr., smørsyre 12,6 og 10,2 mmol/ltr., valerianesyre 1,3 og 1,1 mmol/ltr. og isovalerianesyre 1,1 mmol/ltr. for begge hold. Koncentrationen af isosmørsyre var henholdsvis 1,0 og 0,6 mmol/ltr. for havre- og kosetholdet. Ligeledes fandtes signifikante forskelle mellem perioderne. I ureaperioderne var koncentrationen af total FFS henholdsvis 11,0 og 10,7 mmol/100 ml for havre- og kosetholdet. Den laveste koncentration på henholdsvis 8,4 og 10,1 mmol/100 ml for havre- og kosetholdet blev fundet i mangelperiode IV. I havreholdet blev den højeste eddikesyrekoncentration på 74,1 mmol/ltr. fundet i ureaperioden, medens den laveste på 56,6 mmol/ltr. forekom i mangelperioden. I kosetholdet var eddikesyrekoncentrationerne jævnt aftagende fra periode I til periode V. Propionsyreværdierne var henholdsvis 20,6 og 21,1 mmol/ltr. i ureaperioderne for havre- og kosetholdet. De laveste værdier fandtes i mangelperioderne. smørsyreværdierne var henholdsvis 11,1 og 13,8 mmol/ltr. for ureaperioderne i de to hold og den laveste værdi på gennemsnitlig 10,0 mmol/ltr. for begge hold fandtes i mangelperioderne IV. Det fremgår tydeligst af figur 14, at smørsyrekoncentrationen for kosetholdet overstiger værdierne for havreholdet i alle perioder. Dette er en følge af det større indhold af letopløselige kulhydrater, der i form af melasse tilførtes med kosetterne. De højeste valerianesyreværdier på 1,4 mmol/ltr. forekom i ureaperioderne II for begge hold og de laveste værdier på 1,0 mmol/ltr. i mangelperioderne IV. De forgrenede

flygtige fedtsyrer, isovaleriane- og isosmørsyre på gennemsnitlig 1,1 mmol/ltr., var lavest i både ureaperiode II og mangelperiode IV for kosetholdet, hvorimod værdierne i sojaperioderne varierede fra 1,7-2,3 mmol/ltr. Den lave isosyre-koncentration i de to perioder skyldes hovedsagelig mangel på isosmørsyre, hvorefter der kun fandtes spor i vomvæsken i de fleste prøver inden for køer.

Resultaterne antyder, at mikroorganismene ikke har kunnet syntetisere de forgrenede flygtige fedtsyrer. Da koncentrationen af isosyrerne i sojaperioderne er højere, er dette yderligere et bevis for, at proteinstoffer nedbrydes i vommen og underbygger også teorien om, at isosyrerne opstår gennem desaminering af specielle aminosyrer (f.eks. valin $\rightarrow$ isosmørsyre eller leucin $\rightarrow$ isovalerianesyre). I forhold til kosetholdet konstateredes i havreholdet på grund af havrens proteinindhold ingen nedgang i de forgrenede syrer i urea- og mangelperioden.

I forsøg 3 fandtes også signifikante forskelle mellem prøver. Som før omtalt fandtes de højeste værdier ca. 2 timer efter fodringen og de laveste på udtagnings tidspunktet før fodringen. Der forekom signifikante individuelle forskelle mellem kørerne inden for hold. Variationen mellem kørerne i hold 2 (kosetter) var større end for hold 1 (havre). Vekselvirkningen mellem perioder og hold var også signifikant for alle observerede syrer.

Mælkesyrekoncentrationen, der er anført i tabel 57, viser gennemsnitsværdier inden for perioder mellem 0,1-0,3 mmol/100 ml vomvæske for byggholdet, medens værdierne for tapiokaholdet varierer mellem 0,03-0,2 mmol/100 ml. For havreholdet varierer værdierne gennemsnitlig fra 0,1-0,2 mmol/100 ml, medens koncentrationen i periode I og II for kosetholdet er højere end værdierne i de øvrige perioder. Særlig høje var koncentrationerne på 1,7-1,8 mmol/100 ml én time efter fodringen.

Tabel 57 Koncentration af mælkesyre i vomvæske (Millimol/100 ml)

Table 57 Concentration of lactic acid in rumen fluid (M.moles/100 ml)

Periode	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
---------	-------------	--------------	---------------	----------------	-------------

Forsøg 1

I.A. x)

Timer efter fodring

Hours after feeding

Forsøg 2

Hold 1 (Byg, barley)

0	0,04	0,02	0,01	0,01	0,02
1	0,33	0,57	0,16	0,27	1,01
2	0,12	0,26	0,02	0,10	0,26
3	0,05	0,31	0,01	0,07	0,12
4	0,05	0,21	0,01	0,09	0,09
6	0,11	0,11	0,05	0,05	0,03
Gns. (Av.)	0,12	0,25	0,06	0,10	0,26

Hold 2 (Tapioka, tapioca)

0	0,01	0,01	0,02	0,07	0,01
1	0,08	0,05	0,10	0,25	0,82
2	0,04	0,03	0,02	0,05	0,03
3	0,05	0,03	0,03	0,05	0,02
4	0,01	0,02	0,03	0,09	0,03
6	0,00	0,06	0,02	0,08	0,02
Gns. (Av.)	0,03	0,03	0,04	0,10	0,16

Forsøg 3

Hold 1 (Havre, oats)

0	I.A. x)	I.A. x)	0,02	0,01	0,01
1	-	-	0,87	0,78	1,34
2	-	-	0,03	0,06	0,21
3	-	-	0,03	0,02	0,03
4	-	-	0,02	0,03	0,01
5	-	-	0,03	0,01	0,01
7	-	-	0,03	0,01	0,02
Gns. (Av.)			0,15	0,13	0,23

Hold 2 (Kosetter, mol. beet pulp)

0	0,02	0,01	0,00	0,01	0,01
1	1,72	1,77	0,14	0,37	0,29
2	0,54	0,35	0,06	0,19	0,04
3	0,07	0,03	0,01	0,01	0,04
4	0,05	0,02	0,02	0,01	0,04
5	0,08	0,02	0,01	0,02	0,02
7	0,09	0,02	0,01	0,01	0,03
Gns. (Av.)	0,37	0,32	0,04	0,09	0,07

11"

x) Ikke analyseret (not analysed)

For de øvrige perioder varierer værdierne gennemsnitlig fra 0,04-0,09 mmol/100 ml. Det gælder for alle perioder inden for hvert hold, at den højeste mælkesyrekoncentration blev fundet én time efter fodringen.

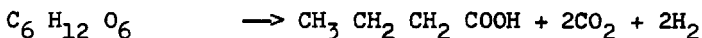
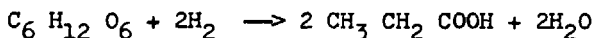
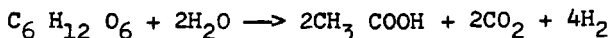
Under disse forsøgsforhold overstiger mælkesyrekoncentrationerne dog ikke værdier, der kan give anledning til et afvigende vomgæringsforløb, som fundet i undersøgelser med større mængder stivelse og kulhydrater af Møller (1968c), hvor mælkesyrekoncentrationen ca. én time efter fodringen akkumulerede til 6-7 mmol/100 ml vomvæske. Dette resulterede i en sænkning af pH-værdierne i vommen til omkring pH 5,0. Som det fremgår af tabel 49, varierer pH-værdierne under disse forsøgsbetingelser efter fodringen mellem ca. 6,2-7,2, hvilket ikke skulle forårsage en drastisk ændring i vommens mikroflora. Store mælkesyrekoncentrationer i vommen kan desuden være årsagen til nedsat ædelyst (Whanger og Matrone 1965).

Korrelationsberegninger mellem pH og koncentrationen af flygtige fedtsyrer i vomvæsken viste den største negative indflydelse på pH af smør- og propionsyre med korrelationer på henholdsvis $+0,65$ og $+0,62$, medens der for den totale FFS- og eddikesyrekoncentrationen fandtes korrelationer på henholdsvis $+0,60$ og $+0,54$.

Beregninger over produktionen af flygtige fedtsyrer

Gennem værdierne for de molære forhold mellem de flygtige fedtsyrer i vommen kan der ikke opnås et skøn over den totale produktion af flygtige fedtsyrer. Beregninger over fermentationens omfang kan imidlertid gennemføres ved hjælp af en indirekt metode af Hungate (1966). Ved denne beregning af de total i vommen producerede flygtige fedtsyrer benytter man sig af stoichiometriske principper, når mængden af de forgærbare kulhydrater og forholdet mellem fermentationens slutprodukter - eddikesyre, propionsyre og smørsyre - er kendt. Gennem dette fermentationsbalanceprincip kan desuden metan- og kuldioxid-

produktionen samt fermentationsvarmen beregnes. De benyttede ligninger til beregning af fermentationsbalancen er følgende:



Det antages, at den totale mængde H_2 , der opstår ved fermentationen, bliver brugt til dannelse af metan. Da der imidlertid ikke er fundet gode overensstemmelser mellem de beregnede og ved respirationsforsøg fundne metanmængder (Seeley et al. 1969, Neergaard 1972) vil ligningerne kun blive benyttet til en vurdering over produktionen af flygtige fedtsyrer.

Ved anvendelsen af ovennævnte ligningssystem på nærværende data blev gennemsnitsværdierne af de forskellige måletidspunkter efter fodringen for de molære koncentrationer af eddike-, propion- og smørsyre i vomvasken benyttet som udtryk for forholdet mellem de total producerede syrer. Om de molære forhold mellem syrerne kan benyttes hertil, består der ikke enighed om, selvom Leng og Brett (1966) har vist et lineært sammenhæng mellem koncentrationen og de totale mængder af flygtige fedtsyrer. Ligeledes blev summen af de fordøjelige mængder NFE og træstof fra tabel 15 og 16 benyttet som et udtryk for den totale mængde råkulhydrat fordøjet. Divideres de fordøjede kulhydratmængder med den antagne molvægt på 162, fås et udtryk for optagelsen af forgærbart hexose. Som forbrændingsvarme for hexose blev benyttet 673 kcal, eddikesyre 209,4 kcal, propionsyre 367,2 kcal og smørsyre 524,5 kcal.

Yderligere enkeltheder ved anvendelsen af ligningssystemet er i tilsvarende beregninger anført af Ørskov et al. (1968) samt Seeley et al. (1969).

I tabel 58 er resultaterne fra fermentationsberegningerne anført.

Tabel 58. Resultater fra beregninger over fermentationsbalancen.

Table 58. Results derived from fermentation balance calculations.

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
<u>Forseg 2</u>					
<u>Hold 1 (byg, barley)</u>					
Total ford.hexose, mol/dg.	52.4	57.1	55.8	54.9	48.2
Total dig.hexose, moles/d.					
Eddikesyre (C ₂), kcal/dg.	13210	14030	13731	12958	11673
Propionsyre (C ₃), kcal/dg.	6282	7677	7644	6220	6157
Smørsyre (C ₄), kcal/dg.	6441	6887	5842	4500	6270
Total FFS, kcal/dg.	25933	28594	27217	23678	24100
Ford.energi, Mcal/dg.	43.4	45.3	46.4	38.5	41.3
Dig. energy, Mcal/d.					
Total FFS, % af ford.energi	59.8	63.1	58.7	61.5	58.4
Total VFA, % of dig.energy					
<u>Hold 2 (tapioka, tapioca)</u>					
Total ford.hexose, mol/dg.	53.7	50.3	49.9	40.6	47.7
Total dig.hexose, moles/d.					
Eddikesyre (C ₂), kcal/dg.	14524	13699	13403	9823	12488
Propionsyre (C ₃), kcal/dg.	6823	7105	6448	5888	6257
Smørsyre (C ₄), kcal/dg.	5091	4155	4806	4809	4919
Total FFS, kcal/dg.	26438	24959	24657	20520	23664
Ford.energi, Mcal/dg.	47.2	40.3	41.4	33.0	39.4
Dig. energy, Mcal/d.					
Total FFS, % af ford.energi	56.0	61.9	59.6	62.2	60.1
Total VFA, % of dig.energy					

Tabel 58. Fortsat.

Table 58. Continued.

Periode:	I (Soja)	II (Urea)	III (Soja)	IV (Mangel)	V (Soja)
<u>Forsøg 3</u>					
<u>Hold 1 (havre, oats)</u>					
Total ford.hexose, mol/dg.	49.2	48.5	48.5	46.7	43.8
Total dig.hexose, moles/d.					
Eddikesyre (C ₂), kcal/dg.	12503	12867	12603	12260	11192
Propionsyre (C ₃), kcal/dg.	6375	6269	6027	5627	5688
Smørsyre (C ₄), kcal/dg.	5608	4826	5350	5103	4871
Total FFS, kcal/dg.	24486	23962	23980	22990	21751
Ford.energi, Mcal/dg.	44.7	45.5	44.4	39.8	37.1
Dig.energy, Mcal/d.					
Total FFS, % af ford.energi	54.8	52.7	54.0	57.8	58.6
Total VFA, % of dig.energy					
<u>Hold 2 (kosetter, mol.beet pulp)</u>					
Total ford. hexose, mol/dg.	58.3	54.3	48.4	45.9	43.2
Total dig.hexose, moles/d.					
Eddikesyre (C ₂), kcal/dg.	14598	13398	12047	11926	10890
Propionsyre (C ₃), kcal/dg.	8473	7091	6651	6243	5809
Smørsyre (C ₄), kcal/dg.	6232	6638	5572	4696	4875
Total FFS, kcal/dg.	29303	27127	24270	22865	21574
Ford.energi, Mcal/dg.	55.5	47.6	42.5	38.8	38.8
Dig.energy, Mcal/d.					
Total FFS, % af ford.energi	52.8	57.0	57.1	58.9	55.6
Total VFA, % of dig.energy					

Det fremgår af tabel 58, at selvom der i periode IV var en nedgang i optagelsen af fordøjeligt hexose, fandtes i forhold til sojaperioderne en stigning i produktionen af FFS i % af fordøjeligt energi fra 3,6-6,7 procentenheder. Ligeledes fandtes i forsøg 3 en stigende tendens i forgæringsomfanget med aftagende optagelse af fordøjeligt energi. Tilsvarende forhold blev også fundet af Ørskov et al. (1968). Desuden fandtes i forhold til sojaperioderne en stigning i ureaperioden for byg-, tapioka- og kosetholdet på henholdsvis 6,9, 5,6 og 3,3 procentenheder, medens havreholdet havde en nedgang på 5,6 procentenheder. For byg- og havreholdet viste Duncans "multiple range" test signifikante forskelle mellem urea- og sojaperioderne.

Inden for bygholdet fandtes i forhold til sojaperioderne den største stigning i propionsyreproduktionen i ureaperioden. I tapioka- og havreholdet fandtes en lavere smørsyreproduktion, medens kosetholdet viste en stigning i smørsyreproduktionen.

For sojaperioderne udgjorde forgæringsomfanget udtrykt ved kcal FFS i % af fordøjeligt energi gennemsnitligt fra 53-60 %, medens værdierne i ureaperioderne varierede fra 53-63 % med den laveste værdi for havreholdet. Med urearationer til får fandt Ørskov et al. (1971b) ligeledes værdier mellem 54-63 pct.

Diskussion og konklusion

Formålet med de gennemførte forsøg har været at vurdere udnyttelsen af urea-N til mælkeproduktion, når der blev anvendt forskellige stivelses- og kulhydratforbindelser i foderationen.

Forsøgene blev gennemført som periodeforsøg med malkekøer i 5 på hinanden følgende kvælstofbalanceperioder med 3 behandlinger inden for hold og 6 behandlinger mellem hold. Behandlingen inden for hold bestod i tildelingen af forskellige kvælstofkilder, idet der blev anvendt sojaskrå i kontrolperioderne I, III og V og urea i periode II. Periode IV var N-mangelperiode uden ekstra tilskud af kvælstof. Forskellen mellem hold bestod i at hvert hold fik tildelt én af følgende 6 stivelses- og kulhydratforbindelser: majs, havre-tapioka (1:1), byg, tapiokamel, havre og kosetter (tørret sukkerroeffald med 35% melasse). Det øvrige foder var sammensat af hør, roetopensilage, tørret sukkerroeffald samt mineralstoffer.

Denne forsøgsmetodik blev valgt af hensyn til ydelsesforløbet i laktationsperioden og dyrenes følsomhed i mælkeydelse over for skiftende kvælstofkilder- og mængder. Det blev antaget, at dyrenes reaktion over for urea som N-kilde bedst kunne bedømmes, når urea blev givet på et forholdsvis højt ydelsesniveau tidligt i laktationsstadiet. Derfor blev ureaperioden valgt som periode II med en forudgående og efterfølgende kontrolperiode. Af hensyn til vurderingen af et specifikt forsøgsudslag i ureaperioden, var det påkrævet med en periode uden ekstra tilskud af kvælstof.

Sojaskrå erstattedes kvælstofækvivalent med urea i periode II. Koncentrationen af urea-N til de forskellige hold med majs, havre-tapioka, byg, tapioka, havre og kosetter udgjorde henholdsvis 16.1, 17.8, 18.5, 22.3, 18.6 og 19.7 procent af foderationens total-N indhold. Det var ikke hensigten med disse forsøg at undersøge den maksimale ureaudnyttelse, men kun at erstatte protein med urea-N op til ca. 20%, der i produktionsforsøgene af Møller (1964) blev fundet som den optimale

ureamængde. Den totale kvælstofkoncentration i tørstoffet i sojaperioderne varierede fra 2,2-2,8 pct. N, i ureaperioderne fra 2,3-2,4 pct. N og i mangelperioderne fra 1,8-2,0 pct. N. Kvælstofkoncentrationen i det benyttede grundfoder skulle ifølge angivelser i litteraturen (Mason 1971b, Balch og Campbell 1961) være tilstrækkeligt lavt for at sikre, at vommens mikroorganismer kan udnytte urea-N til proteinsyntese. Ørskov et al. (1971b, 1972) benyttede derimod et grundfoder til lam, der kun indeholdt ca. 1,5% N i tørstoffet. Desuden kræves en passende mængde stivelse som energi for den mikrobielle proteinsyntese.

Urea's indflydelse på mælkeydelsen

Dyrenes mælkeydelse skal ikke i disse N-balanceforsøg med 4 dyr pr. hold benyttes til en vurdering over indflydelsen af urea på mælkeproduktionen. I denne forbindelse må der henvises til afsnittet over ureamængden til malkekøer i indledningen. I henhold til de kvadratiske ligninger side 25 og figur 5 opnås den maksimale ydelse for højtydende og lavtydende køer ved henholdsvis 6,2 og 14,3% urea-N af total-N i foderet, men det fremgår ligeledes af figur 4 samt af tabel 1, at en signifikant ydelsesnedgang først indtræder, når urea-N overstiger ca. 18% af total-N. Desuden var korrelationen og regressionskoefficienterne for den kvadratiske ligning for køer med en lavere ydelse ikke signifikant, medens korrelationen for køer på et højere ydelsesniveau var statistisk sikker ($P \leq 0,01$). Dette viser, at køer med lavere ydelse kan udnytte større ureamængder end køer med højere ydelse.

Foderets stivelsesindhold

Ifølge undersøgelser af Belasco (1956), Conrad og Hibbs (1968) samt Bolduan et al. (1969), angives det optimale urea : stivelsesforhold til omkring 1:10. Ud fra disse angivelser skulle i nærværende forsøg en passende stivelsestildeling være tilgodeset. Undersøgelser har vist (Vestergaard Thomsen 1972), at havre har det laveste stivelsesindhold på 39% sammenlignet med de her benyttede kornarter, hvilket svarer til at 900 g stivelse er tilført med havre. Adderes stivelsesmængden fra det øvrige foder (hvedeklid, hø) tildeltes havreholdet den laveste stivelsesmængde på ca. 1,4 kg pr. dag. I ureaperioden fik havreholdet tildelt 129 g urea pr. dag, svarende til et urea : stivelsesforhold på ca. 1:11.

For kosetholdet har stivelsesmængden ikke kunnet beregnes, men forholdet mellem lettilgængelig energi og urea-N må i henhold til tabellerne 38, 39 og 41 anses for at være passende for opnåelse af en tilfredsstillende kvælstofudnyttelse.

Næringsstofferne fordøjelighed

Af de tilsyneladende fordøjelighedskoefficienter for de enkelte næringsstoffer, der er omtalt i kapitel 4 fremgår, at fordøjeligheden i ureaperioderne med undtagelse af enkelte næringsstoffer næsten altid har været af samme størrelsesorden, som fordøjelighedskoefficienterne for én eller flere sojaperioder inden for samme hold. Sammenlignet med mangelperioderne har der i ureaperioderne for tørstof, org. stof, NFE og træstof i havre-tapioka-, tapioka- og kosetholdet været en højere fordøjelighed. Ifølge Duncans "multiple range" test på 5 pct. sikkerhedsniveauet har denne forskel over for mangelperioden især været signifikant for havre-tapiokaholdet. Desuden var fordøjeligheden for tørstof og NFE i ureaperioden signifikant højere i henholdsvis kosetholdet og tapiokaholdet. I majs- og byggholdet var forskellen over for mangelperioden ikke signifikant. I havreholdet fandtes derimod med undtagelse af tørstof en signifikant lavere fordøjelighed i ureaperioden end i mangelperioden.

Med byg som kulhydratkilde fandt Ørskov et al. (1971b) ligeledes ingen signifikant forskel i den tilsyneladende fordøjelighed af tørstof, energi og kulhydrat over for en proteinmangelration, når urea-N udgjorde over 21%. Derimod fandt Ørskov et al. (1972) med 87% byg og 9% tapioka en stigning i den tilsyneladende fordøjelighed for tørstof og organisk stof med 19% urea-N sammenlignet med en proteinmangelration. Især steg fordøjeligheden af organisk stof i vommen med stigende ureamængder. Dette kan særlig have en positiv indflydelse på den mikrobielle proteinsyntese i vommen, idet der fandtes en stigning på 7% protein, der passerede løben.

Ligeledes var fordøjelighedskoefficienterne for kvælstof næsten altid signifikant 5-8 procentenheder højere i urea- end i mangelperioderne, idet kvælstofudskillelsen i gødningen i

de fleste hold næsten var ens i de to perioder. Den lave kvælstoffordøjelighed i mangelperioden inden for alle hold skyldes den lavere kvælstoftildeling i forhold til de øvrige perioder.

Tilsvarende resultater er også fundet af Ørskov et al. (1971b, 1972). Dette tyder på, at kvælstoffets tilsyneladende fordøjelighed kun har ringe sammenhæng med kvælstoffets sande fordøjelighed, idet urea opløses fuldstændigt i vommen. Ligeledes anfører Chalmers et al. (1954), at kvælstoffets tilsyneladende fordøjelighed er tillagt for stor vægt, medens kvælstoffets udnyttelsesværdi for dyret er ladet ude af betragtning. Mason (1971b) anfører også, at der kan ses bort fra kvælstoffets tilsyneladende fordøjelighed.

Kvælstoffordøjelighedskoefficienterne er desuden i sojaperiode III i majs-, havre-tapioka- og havreholdet signifikant 4-5 enheder højere sammenlignet med de øvrige sojaperioder inden for disse hold. Sojaperiode V i havreholdet er dog undtaget, idet denne er signifikant lavere end de andre fire perioder. Sammenholdes nævnte resultater med en signifikant større kvælstofaflejring i sojaperiode III i disse hold, kunne dette forhold tyde på, at kærerne, der fik de nævnte stivelseskilder, eventuelt har søgt at genopbygge en i ureaperioden udtømt kvælstofreserve. Dette fremgik ikke i samme udstrækning for de øvrige hold, selvom der også i tapioka- og kosetholdet fandtes en højere kvælstofaflejring i periode III end i periode II.

Fordøjelighedskoefficienterne for renprotein var næsten altid lavere i urea- og mangelperioderne end i sojaperioderne. Optagelsen af renprotein var ligeledes lavere i urea- og mangelperioderne end i sojaperioderne, men især i forsøg 2 (byg, tapioka) var der ingen signifikant forskel mellem soja-, urea-

og mangelperioderne i udskillelsen af renprotein-N i gødningen (tabel 36). Dette kunne tyde på en større udskillelse af bakterielt kvælstof i gødningen, selvom der ikke kan opnås et indblik i, om syntesen er foregået i vommen eller i tyktarmsafsnittet som vist af Ørskov og Foot (1969), der øgede N i gødningen ved infusion af stivelse i blindtarmen. Det må dog antages, at der har fundet en øget substratforgæring sted i tyktarmen i proteinmangelperioden, hvorimod en tilsætning af urea kan have øget forgæringen i vommen.

Ovennævnte antagelse understøttes desuden gennem en særskilt betragtning af kvælstofudskillelsen i gødningen og urinen, hvorved der især i urea- og mangelperioderne fandtes forskellige mellem de to udskillellesveje (tabel 35). Kvælstofudskillelsen i urinen var nedsat i mangelperioden, medens N-udskillelsen i gødningen ikke var væsentligt lavere end i de øvrige perioder. Den relativ højere N-udskillelse i gødningen kunne antyde en øget diffusion af blodurinstof til blind- og tyktarmen, hvor mikroorganismerne kan have benyttet NH_3 -N til syntese af mikrobielt protein, der udskilles med gødningen. Denne antagelse underbygges desuden af undersøgelser af Ørskov og Foot (1969), Thornton et al. (1970) og Mason (1971a). Denne forskel mellem perioderne blev udlignet ved en betragtning af den samlede kvælstofudskillelse i gødningen og urinen. Herved vises, at der ved en særskilt betragtning af kvælstofudskillelsen enten i gødningen eller i urinen under forskellige fodringsbetingelser kan opnås et forkert skøn over et proteinstofs værdi i kvælstofomsætningen.

Kvælstofudnyttelsen

Den gennemsnitlige nettokvælstofudnyttelse er i henhold til regressionsligningerne på side 90 10 procentenheder lavere for ureaperioderne end sojaperioderne, idet udnyttelseskoeficienterne henholdsvis var 50,9 og 60,3.

En sammenfatning af kvælstofudnyttelsen i ureaperioderne for de benyttede kulhydratkilder er på grundlag af de forskellige beregningsmetoder fra tabellerne 38, 39 og 41 givet i tabel 59.

Tabel 59 Relativ udnyttelse af urea-N

Table 59 Relative utilization of urea-N

	Urea-N %	Beregningsgrundlag (soja-N = 100)		
		Tabel 38	Tabel 39	Tabel 41
Byg (barley)	18,5	107	108	121
Majs (corn)	16,8	102	100	100
Kosetter (mol. beet pulp)	19,7	95	90	92
Tapioka (tapioca)	22,3	88	72	90
Havre (oats)	18,6	87	62	87
Havre-Tapioka (oats-tapioca)	17,8	85	57	81

I tabel 59 blev en estimering af kvælstofudnyttelsen på grundlag af N optaget foretrukket fremfor N fordøjet, idet der i henhold til tabel 34 blev fundet en god overensstemmelse mellem N udnyttet og henholdsvis N optaget og N fordøjet. Endvidere blev der på grundlag af N optaget fundet en bedre overensstemmelse for kvælstofudnyttelsen mellem mangelperioderne og de øvrige perioder.

Efter opstillingen i tabel 59 er der opnået følgende rækkefølge for ureaudnyttelsen med de forskellige stivelseskilder: 1. byg, 2. majs, 3. kosetter, 4. tapioka, 5. havre og 6. havre-tapioka. I denne rækkefølge er ureakonzentrationen i foderrationen mellem stivelseskilderne ikke ens. Især har tapiokaholdet fået tildelt større ureamængder, medens koncentrationerne i havre- og havre-tapiokaholdet ikke er større end i de første tre hold. Med kosetter, hvor der er givet 19,7 pct. urea-N, er reduktionen i kvælstofudnyttelsen til 90-95 enheder

ikke signifikant lavere end udnyttelsen af soja-N. For tapioka kunne eventuelt opnås en bedre ureaudnyttelse, såfremt urea-koncentrationen reduceredes til ca. 18%, medens med havre og havre-tapioka ikke kan opnås en yderligere stigning i kvælstofudnyttelsen. Desuden er der med en blanding af havre og tapioka fundet lavere N-udnyttelsesværdier end med hver stivelseskilde særskilt. Dette kan sandsynligvis skyldes en forskellig passagehastighed af stivelse gennem vommen med to stivelseskilder af forskellig partikelstørrelse, idet Ørskov et al. (1969) med to forskellige partikelstørrelser i vommen viste en forøgelse af stivelsens passage i forhold til kun én partikkelstørrelse. I sammenligning med de andre to systemer må kvælstofudnyttelsen i ureaperioden med byg efter tabel 41 dog betragtes med den fornødne forsigtighed, der er betinget af materialets ringe omfang og af foderrationens kvælstofniveau.

I overensstemmelse med ydelsesresultaterne fra holdforsøgene (figur 4 og tabel 1) viser disse resultater, at urea-N på det foreliggende ydelsesniveau gennemsnitlig kan udgøre op til ca. 18 pct. af total-N i foderrationen ved mælkeproduktion, uden at kvælstofudnyttelsen reduceres.

Flere forsøgsresultater af bl.a. Wegner et al. (1942) samt Conrad og Hibbs (1968) har vist, at det er påkrævet med passende stivelsesmængder i foderet til dannelse af ATP, såfremt urea skal udnyttes af mikroorganismer. I USA har man ved anvendelse af majs som stivelseskilde i særlig grad opnået gode resultater. Nærværende undersøgelse viser, at også byg og kosetter er velegnede energikilder for mikroorganismerne i vommen. I forsøg med får fandt Pöijärvi (1963) også de bedste kvælstofbalanceresultater med urea ved benyttelse af stivelse. Urea opløst i melasse tilsat fodercellulose givet til

malkekøer, resulterede i tilfredsstillende ydelsesresultater. Poijärvis resultater med melasse samt forsøgene af Mills et al. (1944) underbygger de her opnåede værdier med kosetter. Desuden viste fordøjelighedsforsøg med får, der blev gennemført i forbindelse med forsøg 3, en træstoffordøjelighed for kosetter på 86,5 pct. mod 57,6 pct. for havre. Da kosetholdet desuden i ureaperioden har optaget 900 g ford. kulhydrat (NFE + træstof) mere end havreholdet, kan den højere kvælstofudnyttelse i ureaperioden bero på den større mængde fordøjeligt kulhydrat, der var til rådighed for kosetholdet.

Den relativt større ureaudnyttelse med byg end med majs kan ifølge Ørskov et al. (1971c) bero på, at forgæringshastigheden i vommen af ubehandlet formalet majs er lavere end for valset byg, hvorved der i vommen nedbrydes mindre majsstivelse end bygstivelse. Dette underbygges desuden af beregningerne over kulhydratfermentationen i vommen, der viste den højeste forgæring på 63,1% af fordøjeligt energi for bygholdet.

Da den mikrobielle proteinsyntese ifølge Hungate (1966) er afhængig af den forgærede kulhydratmængde i vommen, kunne der med byg være dannet mere mikrobielt protein i vommen end med majs. Dette er i overensstemmelse med undersøgelser af Ørskov et al. (1971a, b) der viste, at 93-97% bygstivelse blev forgæret i vommen. Derimod undslipper en større del af det i vommen tungtnedbrydelige majsprotein til tyndtarmsafsnit-
tet, hvor det kan nedbrydes og absorberes som aminosyrer, der kan udnyttes af dyret.

Ligeledes fandt Ørskov (1972) med lam en kvælstofudnyttelse med byg + urea på 2,20 g N/Mcal fordøjet, hvorimod der med et proteinfrit foder (95% urea-N) kun opnåedes en udnyttelse på 1,71 g N/Mcal fordøjet. Desuden fandt Mercer (1972) en højere "entry rate" for glukose, når byg + urea blev givet til får, end når der blev fodret med byg + fiskemel. Dette kunne bevirke, at der var mere energi til rådighed til syntese af urinstof og ikke essentielle aminosyrer (glutaminsyre, glutamin) i leveren. Pfeffer et al. (1972) fandt desuden en proteinproduktion i formaverne hos køer på 133 g pr. dag med stivelsesrige foderrationer mod 69 g pr. dag med lave stivelsesmængder i foderet.

Kosetternes værdi som energikilde for den mikrobielle kvælstofproduktion i vommen underbygges af værdierne i tabellerne 35 og 36, der viser en større kvælstofudskillelse i gødningen. Hermed antydes at der med kosetter må være dannet mere mikrobielt protein i vommen, idet kosetter ikke indeholder større mængder stivelse, der som f.eks. hos majs- og tapiokaholdet kan passere videre til tyktarmsafsnittene, hvor det ifølge Ørskov og Foot (1969), Mason (1971a) og Ørskov et al. (1971c) kan benyttes af tarmmikroorganismene til syntese af mikrobielt protein, der udskilles med gødningen. Dette medfører også, som f.eks. for majsholdet, en lavere tilsyneladende kvælstoffordøjelighed (tabel 25).

Den lavere ureaudnyttelse, der i disse undersøgelser opnåedes med havre-tapioka og havre som stivelseskilde, kan sandsynligvis ikke bero på mangel på stivelse alene, selvom havreholdet fik tildelt de laveste stivelsesmængder. Derimod kan forklaringen måske også søges i stivelsesmolekylernes struktur. Især kan forholdet mellem amylose, amylopektin og amylopektinets struktur (Whelan 1958) være af betydning for tilgængeligheden af mikroorganismernes enzymer. Også cellulose- og hemicellulosemolekylernes struktur kan fortrinsvis i havre have været afgørende for proteinsyntesens omfang.

NH₃-koncentrationen i vomvæsken og urinstofkoncentrationen i blodplasma

Med enkelte periodiske undtagelser for tapiokaholdet havde alle hold 1-2 timer efter fodringen en stigning i NH₃-koncentrationen i vomvæsken. Afhængigt af koncentrationshøjden resulterede dette i en stigning i blodets urinstofkoncentration (fig. 9). Denne tendens var særlig udpræget i ureaperioderne. Ligeledes viste resultaterne over urinstofindholdet i blodplasmaet, der opnåedes ved hjælp af plasmavolumenbestemmelser, en signifikant stigning i plasmaets urinstofmængde i ureaperioden. Omtrent 4-6 timer efter fodringen (T₄-T₆) var NH₃-koncentrationen i vomvæsken igen nået ned til værdierne før fodringen (T₀), medens urinstofkoncentrationen i blodplasmaet særligt i forsøg 1 ikke altid havde nået udgangsværdierne ved T₀. Gennem sammenhængen mellem NH₃ i vommen og urinstof i blod kunne der fortrinsvis i ureaperioderne for havre-tapioka-, tapioka- og havreholdet igen 3-4 timer ef-

ter fodringen findes en mindre stigning i vommens NH_3 -koncentration. Da denne stigning ikke fremtrådte hos de øvrige hold, kan der i forbindelse med værdierne over udnyttelsen af urea-N fra tabel 59 formodes en mere kontinuerlig assimilering af NH_3 i vommen i majs-, byg- og kosetholdet. Sammenhængen mellem kvælstofudnyttelsen og NH_3 -koncentrationen i vomvæsken var dog ikke signifikant, og kun 21% af variationen i kvælstofudnyttelsen kunne forklares ved urinstofkoncentrationen i blodplasmaet ved T_0 . Ved benyttelse af en multipel regressionsanalyse med koncentrationshøjden for de to metabolitter som de uafhængige variable, kunne sammenhængen med kvælstofudnyttelsen øges ubetydeligt, idet 25% af variationen kunne forklares ved ligningen på side 129. Forskellige faktorer som f.eks. variationen mellem dyr, dyrenes vandoptagelse og vommens fyldningsgrad på udtagningsstidspunkterne samt de forskellige kulhydratkilder, der har påvirket NH_3 -udnyttelsen i vommen, kan have øvet indflydelse på de opnåede sammenhæng. Også køernes større vomvolumen kan i modsætning til undersøgelser med får (Egan og Kellaway 1971) være årsag til en forøget variation i de opnåede resultater.

I disse undersøgelser blev der fundet en hyperbolsk sammenhæng mellem urinstofkoncentrationen i blodplasmaet og NH_3 -koncentrationen i vomvæsken (fig. 10). Urinstofkoncentrationen vil kunne nå maximale værdier på 33-34 mg/100 ml blodplasma, medens værdier på ca. 30 mg/100 ml blev nået ved 28 mg NH_3 -N/100 ml vomvæske. I henhold til tabel 45 blev urinstofkoncentrationen i blodplasmaet ved denne beregning tidsforskuet med 1 time i forhold til NH_3 -værdierne i vomvæsken. Gennem sammenhængen mellem kvælstofudskillelsen i urinen og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet kunne 61% af variationen forklares ved den beregnede ligning på side 134. Ligeledes kunne 49% af variationen i urinstofkoncentrationen i mælken forklares ud fra urinstofkoncentrationen i blodplasmaet. Heraf fremgår i overensstemmelse med undersøgelser af Thornton (1970b,c), at særligt urinstofkoncentrationen i blodplasmaet har indflydelse på kvælstofudskillelsen i urinen samt urinstofudskillel-

sen i mælken. Desuden må i henhold til figur 10 antages, at det punkt på kurven, hvor tangentens hældningskoefficient er 1, angiver et vendepunkt for blodurinstoffets re-cykling, idet den totale mængde, der cirkulerer tilbage til vommen ikke vil kunne øges i samme udstrækning som NH_3 -diffussionen fra vommen til blodet. Dette punkt fandtes ved 24 mg urinstof/100 ml blodplasma svarende til 9,6 mg NH_3 -N/100 ml vomvæske. Det må desuden antages at dette punkt angiver en ligevægt mellem NH_3 -koncentrationen i vommen og urinstofkoncentrationen i blodet. Ved en lavere NH_3 -koncentration vil blodurinstof fra andre kilder end NH_3 (f.eks. aminosyrer) cirkulere til vommen. Stigende NH_3 -koncentrationer i vommen vil derimod ikke bidrage til en forøget re-cykling, men medføre en relativ aftagende tilbage-cirkulering af blodurinstof, idet større mængder vil udskilles i urinen via nyrerne. Da de højeste NH_3 -koncentrationer i vomvæsken fra 18-37 mg NH_3 -N/100 ml fandtes i ureaperioderne, underbygges ovennævnte antagelse gennem sammenhængen mellem urinstofkoncentrationen i urinen og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet, der viste en signifikant større urinstofkoncentration i urinen i ureaperioderne (figur 12).

Weston og Hogan (1967) fandt med får, at grænsen for overførsel af blodurinstof til vommen var 16-18 mg/100 ml plasma svarende til 8-10 mg NH_3 -N/100 ml vomvæske. Selv ved en forøgelse af blodurinstofkoncentrationen gennem infusion af urinstof i abomasum, kunne NH_3 -koncentrationen i vommen ikke øges. Denne NH_3 -koncentration er i overensstemmelse med resultaterne i nærværende undersøgelse, selv om blodurinstofværdierne er på 24 mg/100 ml plasma. Forskellen kan være påvirket af foderets sammensætning, idet Hogan og Weston (1967) benyttede en ration med lavt proteinindhold.

Af figur 11 fremgår, at NH_3 -koncentrationen i vomvæsken ved samme N-optagelse var signifikant højere i ureaperioderne sammenlignet med såvel soja- som mangelperioderne ($P \leq 0,005$ enh. $P \leq 0,001$). Dette forhold antyder, at NH_3 -koncentrationen i vomvæsken kan betragtes som et udtryk for en kvælstofkildes ople-

selighed i vommen uden, at der fra disse forsøg på grundlag af NH_3 -koncentrationen kan drages en slutning om kvælstofkilder-nes indflydelse på kvælstofudnyttelsen. Ammoniakkoncentratio-nen i vommen er foruden mikroorganismernes NH_3 -assimilation til proteinsyntese påvirket af NH_3 -absorptionen fra vommen til blodet. I denne forbindelse har vomindholdets pH efter under-søgelser af Warren (1962) og Bloomfield et al. (1963) en afgø-rende betydning. Ved høje pH værdier er NH_3 -absorptionen stør-re end ved et lavere pH, idet NH_3 ved højt pH hovedsaglig fo-refindes i uioniseret form, der skulle lette passagen gennem vomvæggen. I denne sammenhæng kan letforgærbare kulhydratfor-bindelser have en indirekte indflydelse på NH_3 -absorptionen, idet kulhydraterne ved forgæring til flygtige fedtsyrer på-virker pH i vomvæsken. Det kan derfor ikke udelukkes, at o-vennævnte forhold kan have påvirket NH_3 -udnyttelsen i urea-perioden for byg- og kosetholdet, idet der især har været en tendens til lavere pH med kosetter.

Thyroxinkoncentrationen i blodplasmaet

En positiv sammenhæng mellem thyroxinsekretionen og smørfedt-ydelsen blev fundet af Havskov Sørensen (1958). Nærværende un-dersøgelse over thyroxinkoncentrationen i blodplasmaet viste ingen negativ virkning af urea på thyroxinkoncentrationen, i-det forskellen mellem urea- og sojaperioderne ikke var signi-fikant. Derimod var thyroxinkoncentrationen lavest i protein-mangelperioden for både byg- og tapiokaholdet i forsøg 2 ($P \geq 0,05$ henh. $P \leq 0,05$). Dette kan efter forsøg af Bergner og Münchow (1958) med grise skyldes proteinets biologiske værdi samt proteinniveauet i foderrationen, der var lavest i mangel-periode IV i nærværende forsøg. Om tilsvarende forhold kan fin-des hos drøvtyggere under andre fodringsforhold må fremtidige forsøg vise.

Flygtige fedtsyrer i vomvæsken

Undersøgelserne over koncentrationen af de flygtige fedtsyrer i vomvæsken viste, at værdierne i ureaperioden for byg- og tapiokaholdet i forsøg 2 ikke var signifikant forskellig fra sojaperioderne. I forsøg 3 fandtes de højeste værdier - med undtagelse af isosyrerne - i ureaperioderne for næsten alle andre undersøgte syrer. I havreholdet var denne forskel signifikant for eddikke- og propionsyrekoncentrationen. Yderligere fandtes med undtagelse af isosyrerne signifikant højere syreværdier for kosetholdet end for havreholdet i forsøg 3, hvilket kan henføres til de letforgærbare kulhydrater, der i form af melasse blev tildelt med kosetterne. Derimod må det træstofholdige havre have været mindre let forgærbart. Disse forhold påvirkede vomvæskens pH niveau, der var lavere for koset- end for havreholdet. Mellem byg- og tapiokaholdet i forsøg 2 har der på grundlag af koncentrationsforskelle i flygtige fedtsyrer ikke kunnet konstateres signifikante forskelle i kulhydratforgæringen i vommen.

Med undtagelse af kosetholdet var koncentrationen af de forgrenede flygtige fedtsyrer, isovaleriane- og isosmørsyre, højere i ureaperioderne end i de øvrige perioder. Dette kan sandsynligvis skyldes, at der fandtes protein i stivelseskilderne, som har kunnet nedbrydes af mikroorganismene til forgrenede flygtige fedtsyrer. Derimod kan der opstå mangel på disse syrer, når foderet består af rene næringsstoffer og urea som eneste N-kilde (Ørskov og Oltjen 1967). I kosetholdet var koncentrationen af isovaleriane- og isosmørsyre ca. 50% lavere i urea- og mangelperioden end i sojaperioderne. Dette skyldes, at der med melasse ikke tilføres protein som tilfældet er med kornarterne. Sukkerroeaffald indeholder desuden ingen protein af betydning og de i kosetholdet fundne koncentrationer af isosyrerne i de pågældende perioder må hidhøre fra proteinet i det øvrige grundfoder.

Af hensyn til NH_3 -udnyttelsen gennem mikroorganismene i vommen må der tilstræbes en synkronisering af NH_3 - og energifrigørelsen i vommen. Et indtryk heraf kan fås ved en betragtning

af tidspunkterne for den maximale NH_3 - og FFS-koncentration i vommen. Dette er for nærværende undersøgelse opstillet i følgende oversigt:

Maximal koncentrationstidspunkt (min. efter fodring)

Periode:	Urea		Soja		Mangel	
	NH_3	FFS	NH_3	FFS	NH_3	FFS
Byg	60	120	60	180	60-120	180
Tapioka	60	120	60-120	120	60	180
Havre	60	60	60	120	60	240
Kosetter	60	120	60	120	60	120

Det fremgår af oversigten, at den maximale NH_3 -koncentration blev fundet 60 min. efter fodringen, hvorimod den maximale koncentration af FFS først er indtrådt væsentligt senere. I gennemsnit af alle kulhydratkilder er den maximale fedtsyrekoncentration over for NH_3 -koncentrationen forsinket med 45, 75 og 120 min. for henholdsvis urea-, soja- og mangelperioderne. For mangelperioden må foderets lave protein-koncentration have øvet indflydelse på forgæringshastigheden i vommen. En bedre overensstemmelse i NH_3 - og energifrigørelse i vommen vil sandsynligvis kunne opnås gennem en retardet NH_3 -frigørelse fra urea, som vist i figur 2. For sojaskrå vil det derimod være fordelagtigt, at den største del heraf passerer gennem vommen til tyndtarmen uden at være desamineret af mikroorganismerne.

Forsøgene er kun gennemført med 4 køer pr. kulhydratkilde i 5 balanceperioder. Til trods for at de opnåede resultater med det omfattende materiale må betegnes som tilfredsstillende, ville flere hold pr. stivelseskilde selvsagt have forøget sikkerheden. Det ville desuden have været ønskeligt at kunne have fastlagt proteinsyntesens kvantitative omfang i vommen med urea og de benyttede stivelseskilder. Ligeledes bør undersøgelser over en forhaling af NH_3 -frigørelsen i vommen fra både urea og protein intensiveres med henblik på en forbedring af udnyttelsesgraden hos drøvtyggere.

Sammendrag

Formålet med foreliggende undersøgelse var at belyse, hvilke stivelses- og kulhydratforbindelser, der var mest velegnede som energiforbindelser til vommens mikroorganismer, når urea anvendtes som kvælstofkilde til malkekøer.

Af forsøgsplanen i kapitel 2 fremgår, at forsøgene blev gennemført over 3 forsøgsår med 2 hold køer pr. forsøg. I forsøgene indgik ialt 6 forskellige kulhydratkilder, der fordeltes med én på hver af de 6 hold med 4 køer på hvert (3 køer hold 1 forsøg 2). De benyttede stivelses- og kulhydratforbindelser bestod i forsøg 1 af majs og havre-tapioka (1:1), i forsøg 2 af byg og tapioka og i forsøg 3 af havre og kosetter (tørret sukkerroeffald tilsat 35% melasse).

Forsøgene blev gennemført som periodeforsøg med 5 på hinanden følgende N-balanceperioder, svarende til i alt 115 enkeltbalancer. I kontrolperioderne I, III og V blev sojaskrå benyttet som kvælstofkilde. I ureaperiode II blev sojaskrå ombyttet N-ækvivalent med urea (45,5% N), medens der i mangelperiode IV ikke blev givet kvælstoftilskud. På grund af stivelseskillernes forskellige kvælstofindhold udgjorde ureakonzentrationen for majs- og havre-tapiokaholdet henholdsvis 16,8 og 17,8 pct., for byg- og tapiokaholdet henholdsvis 18,5 og 22,3 pct. og for havre- og kosetholdet henholdsvis 18,6 og 19,7 pct. af total-N i foderrationen. Den i urea- og mangelperioderne manglende energi fra sojaskrå blev i disse perioder erstattet med ækvivalente energimængder fra de respektive stivelseskilder.

Udover de forskellige stivelseskilder fik holdene i alle perioder det samme grundfoder bestående af 15 kg roetopensilage (10 kg forsøg 3), 5 kg hø og 4 kg tørret sukkerroeffald (5 kg forsøg 3) samt et mineralstoftilskud.

De vigtigste forsøgsresultater var følgende:

1. Næringsstofferne fordøjelighed

I ureaperioden fandtes sammenlignet med mangelperioden signifikant højere fordøjelighedskoefficienter (FK) for tørstof, org. stof og NFE (tabel 23, 24 og 28) i havre-tapioka, tapioka- og kosetholdet, medens der i majs- og byggholdet ikke fandtes nogen signifikant forskel mellem de to perioder. For havreholdet fandtes signifikant lavere fordøjelighedskoefficienter i ureaperioden for de nævnte næringsstoffer. Over for sojaperioderne var FK i ureaperioden, med undtagelse af tørstof og org. stof for tapiokaholdet samt org. stof og NFE for havre-tapiokaholdet, altid på samme niveau som koefficienterne i én eller flere sojaperioder.

For kvælstof fandtes med undtagelse af byggholdet altid signifikant større FK i ureaperioderne end i mangelperioderne (tabel 25). Også her gælder, at kvælstoffordøjelighedskoefficienterne i ureaperioderne altid er på samme niveau med én eller flere sojaperioder. Derimod var koefficienten for kvælstof i sojaperiode III signifikant 4-8 enheder højere end i sojaperioderne I og V i majs-, havre-tapioka- og havreholdet. Fordøjelighedskoefficienterne for renprotein-N var signifikant lavere i næsten alle hold i ureaperioderne sammenlignet med sojaperioderne (tabel 26). Dette er, som nævnt i kapitel 5, en følge af udskillelsen af mikrobielt protein i gødningen. Fordøjelighedskoefficienten for fedt (tabel 27) var kun signifikant lavere i mangelperiode IV for kosetholdet, hvorimod FK i både urea- og mangelperioderne i de øvrige hold var på samme niveau som én eller flere sojaperioder.

Fordøjelighedskoefficienten for træstof var kun signifikant 3,1 enheder højere i ureaperioden sammenlignet med mangelperioden for havre-tapiokaholdet (tabel 29). For energi (tabel

30) fandtes en signifikant lavere FK i mangelperiode IV i tapiokaholdet, medens sojaperiode III i havreholdet var signifikant højere end de øvrige perioder. For byg- og kosetholdet fandtes ingen væsentlige forskelle mellem perioderne.

2. Kvælstofudnyttelsen

Kvælstofudnyttelsen (N i mælk + N aflejtret) blev i tabel 37 anført relativt til såvel kvælstof optaget som kvælstof fordøjet. På grund af snævre sammenhæng mellem N udnyttet og N optaget såvel som N fordøjet (tabel 34) blev en vurdering i forhold til N optaget foretrukket.

I pct. af N optaget var udnyttelseskoeficienterne i både majs- og havre-tapiokaholdet henholdsvis 4,7 og 4,2 enheder højere i periode III end i sojaperioderne I og V. Samme tendens til højere N-udnyttelse i sojaperiode III sammenlignet med ureaperiode II fandtes også i tapioka- og havreholdet. Kvælstofudnyttelsen i ureaperioderne blev vurderet relativt i forhold til N-udnyttelsen i sojaperioderne, hvilket fremgår af tabellerne 38, 39 og 41. For de enkelte kulhydratkilder opnåedes følgende rækkefølge for N-udnyttelsen i ureaperioderne, når N-udnyttelsen i sojaperioderne blev sat lig 100:

- 1 byg
- 2 majs
- 3 kosetter
- 4 tapioka
- 5 havre
- 6 havre-tapioka

Der opnåedes samme rækkefølge for kvælstofudnyttelsen, når vurderingsgrundlaget var N optaget (tabel 38), når udnyttelsen blev baseret på N-omsætningen i mangelperioden (tabel 39), eller på fordøjeligt energi (tabel 41). Nedgangen i ureaperioderne for tapioka- og havre-tapiokaholdet var signifikant.

I gennemsnit var nettokvælstofudnyttelsen 10 procentenheder lavere for ureaperioderne end sojaperioderne, idet udnyttelseskoefficienterne i henhold til regressionsberegningerne (side 90) henholdsvis var 50,9 og 60,3.

I henhold til ovennævnte resultater fra N-balanceforsøgene kan der afhængigt af kulhydratkilden anvendes 18-20% urea-N af total-N i foder til malkekøer på det foreliggende ydelsesniveau. Optimale ureamængder til højtydende køer vil dog i henhold til figur 5 være lavere.

3. NH_3 -koncentrationen i vomvæsken og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet

NH_3 -koncentrationen i vomvæsken og urinstofkoncentrationen i blodplasmaet varierede i forhold til fodringstidspunkterne (fig. 9). En time efter fodringen blev de højeste NH_3 -koncentrationer i vomvæsken fundet, og ca. 2-3 timer efter fodringen var urinstofkoncentrationen i blodplasmaet højest. Gennemsnitlig var NH_3 -koncentrationen mellem 18-37 mg/100 ml vomvæske højest i ureaperioderne, medens værdierne mellem 25-35 mg urinstof pr. 100 ml blodplasma i ureaperioderne ikke oversteg koncentrationen for sojaperioderne. Med undtagelse af NH_3 -koncentrationen i forsøg 1 fandtes de laveste værdier for begge metabolitter i mangelperiode IV. Stigningen for urinstofkoncentrationen i blodet var tidsforskuet med gennemsnitlig én time i forhold til NH_3 -koncentrationen i vomvæsken. I modsætning til de øvrige hold blev der i havre-tapioka-, tapioka- og havreholdet 3-4 timer efter fodringen fundet en fornyet stigning i NH_3 -koncentrationen i vomvæsken.

Stigningen i blodplasmaets kvantitative indhold af urinstof-N (tabel 45) i ureaperioden var signifikant over for sojaperioderne i både havre- og kosetholdet.

Der blev fundet en hyperbolsk sammenhæng mellem urinstofkoncentrationen i blodplasmaet og NH_3 -koncentrationen i vomvæsken, svarende til maksimale urinstofkoncentrationer på 33-34 mg urinstof/100 ml blodplasma (fig.10). Det blev beregnet, at den totale recykling af blodurinstof til vommen ikke kunne øges væsentligt,

når NH_3 -N-koncentrationen i vommen oversteg 9,6 mg NH_3 -N/100 ml vomvæske, svarende til en urinstofkoncentration i blodplasmaet på 24 mg/100 ml. Højere NH_3 -koncentrationer i vomvæsken vil ikke bidrage til en større overførsel af blodurinstof til vommen, men relativt større mængder blodurinstof vil udskilles i urinen.

I forhold til N optaget (fig. 11) var NH_3 -koncentrationen i vomvæsken i ureaperioderne signifikant højere sammenlignet med både soja- og mangelperioderne.

I blodplasmaet bestod ingen signifikante forskelle i urinstofkoncentrationen mellem soja- og ureaperioderne i forhold til N optaget. Derimod var urinstofkoncentrationen i mangelperioderne signifikant lavere end i soja- og ureaperioderne.

Sammenhængen mellem N-udnyttet og NH_3 -koncentrationen i vomvæsken samt urinstofkoncentrationen i blodplasmaet var lavt (tabel 47). Derimod fandtes en signifikant sammenhæng mellem urinstofkoncentrationen i blodplasmaet og urinstofudskillelsen i urinen (fig. 12) samt urinstofkoncentrationen i mælken, idet henholdsvis 46 og 49 pct. af variationen kunne forklares ud fra urinstofkoncentrationen i blodplasmaet. I ureaperioderne var urinstofkoncentrationen i mælken gennemsnitlig ikke øget i forhold til sojaperioderne; derimod var koncentrationen i mangelperioderne gennemgående lavere end i soja- og ureaperioderne.

4. Thyroxinkoncentrationen i blodplasmaet

Thyroxinkoncentrationen i blodplasmaet (fig. 13) var lavest i mangelperiode IV for både byg- og tapiokaholdet, medens der ikke fandtes signifikante forskelle mellem urea- og sojaperioderne.

5. pH-værdier i vomvæsken

pH-værdierne i vomvæsken varierede i afhængighed af fodringstidspunkterne. Værdierne var højest før fodringen med den største værdi på 7,5 i ureaperioden for majsholdet. For de øvrige hold og perioder varierede værdierne mellem pH 6,8-7,3 før fod-

ringen. Derefter aftog værdierne gradvis i de fleste perioder indtil gennemsnitlig pH 6,5-6,7 2-4 timer efter fodringen. Derefter indtrådte igen en stigning indtil ca. pH 6,8 ved den sidste prøveudtagning før eftermiddagsfodringen.

6. Koncentrationen af flygtige fedtsyrer i vomvæsken

Der fandtes ingen signifikant forskel i koncentrationen af de flygtige fedtsyrer mellem byg- og tapiokaholdet, derimod var koncentrationen af de fleste flygtige fedtsyrer signifikant højere i kosetholdet end i havreholdet. Desuden var koncentrationen af isosmør- og isovaleriansyre i kosetholdet ca. 50% lavere i urea- og mangelperioden end i sojaperioderne. I byg- og tapiokaholdet var koncentrationen af isosyrerne derimod noget højere i urea- og mangelperioderne end i sojaperioderne.

De højeste koncentrationer af total FFS fandtes gennemsnitlig ca. 2-3 timer efter fodringen, hvilket ikke svarer til en god synkronisering mellem NH_3 - og energifrigørelsen i vommen. Koncentrationen af FFS var forsinket med 45, 75 og 120 min. overfor den højeste NH_3 -koncentration for henholdsvis urea-, soja- og mangelperioderne.

Mellem perioder varierede den gennemsnitlige mælkesyrekoncentration mellem 0,03-0,4 mmol/100 ml vomvæske. De højeste koncentrationer fandtes én time efter fodringen.

Beregninger over forgæringsomfanget i vommen (tabel 58) udtrykt i kcal FFS af fordøjeligt energi viste den højeste værdi på 63,1% for bygholdet, medens den laveste værdi på 52,7% fandtes for havreholdet. For tapioka- og kosetholdet fandtes henholdsvis 61,9 og 57,0%.

Summary

Investigations into the utilization of urea nitrogen and soya bean nitrogen have been carried out with lactating dairy cows. In addition to the basal ration the microorganisms in the rumen were provided with the following carbohydrate sources: corn, oats-tapioca (1:1), barley, tapioca, oats and molassed beet pulp.

The experimental plan (chapter 2) shows that 3 experiments, involving a total of 6 groups of 4 animals each, were carried out in 5 successive nitrogen balance periods. Each period consisted of a 3 week preliminary period and 1 week for collection of faeces, urine and milk. In the control periods (I, III and V) soya bean meal was the only protein source provided. During the urea period II the soya bean meal was substituted isonitrogenously and isoenergetically by urea and the carbohydrate source respectively. Of the total N in the ration urea N substituted 16.8 and 17.8 per cent of the corn and oats-tapioca group respectively; 18.5 and 22.3 per cent of the barley and tapioca group and 18.6 and 19.7 per cent of the oats and molassed beet pulp group respectively. Only the energy from soya bean meal was substituted by the carbohydrate source in the protein deficient period IV.

In addition to the different carbohydrate sources, the same basal ration of 15 kg beet top silage (10 kg expt. 3), 5 kg hay, 4 kg dried beet pulp (5 kg expt. 3) and minerals was offered to the 6 groups.

The most important findings were as follows:

1. The digestibility of nutrients (tables 23-30)

A significant increase in the digestibility coefficients (DC) of dry matter, org. matter and NFE in the oats-tapioca, tapioca and molassed beet pulp groups were observed in the urea

period compared to the protein deficient period. In the corn and barley group no significant difference between the two periods in the DC's of the above mentioned nutrients was observed. In the oats group the DC's were significantly lower in the urea period compared to the protein deficient period. Compared with the soya periods the DC's in the urea periods were always of the same order as one or several soya periods. Exceptions were the dry matter and org. matter of the tapioca group and the org. matter and NFE of the oats-tapioca group.

With the exception of the barley group, the DC of nitrogen was always significantly higher in the urea than in the protein deficient period (table 25). Compared with the soya periods the DC of nitrogen in the urea periods was always of the same order as one or several soya periods. In the corn, oats-tapioca and oats groups the nitrogen digestibility in the soya period III was significantly increased by 4-8 per cent units as compared to the soya periods I og V.

The DC of true protein-N was significantly lower in the urea periods as compared to the soya periods (table 26). As discussed in chapter 5, the reason could be a greater excretion of microbial protein in the faeces.

The DC of crude fat (table 27) only was significantly lowered in the protein deficient period IV of the molassed beet pulp group. The DC's of both the urea and the deficient periods of the other groups were of the same order as one or several soya periods.

The DC of crude fibre was only significantly increased by 3.1 units in the urea period of the oats-tapioca group com-

pared to the protein deficient period (table 29). The digestibility of energy was significantly decreased in the deficient period of the tapioca group, whereas there was a significant increase in the soya period III of the oats group. No important differences between periods were found in the barley and molassed beet pulp groups.

2. The nitrogen utilization

The nitrogen utilization (N in milk + N retained) was calculated both in percentage of nitrogen intake and of nitrogen digested (table 37). An evaluation of N utilization based on nitrogen intake was preferred, because the same relationships were shown between N utilized and N intake and N digested, respectively (table 34).

Based on N intake, the coefficients of nitrogen utilization in the soya period III of the corn and oats-tapioca groups were increased by 4.7 and 4.2 units respectively compared with the soya periods I and V. The nitrogen utilization in the urea periods was evaluated relative to the utilization of the soya periods (tables 38, 39 and 41).

The following values of nitrogen utilization in the urea periods related to soya = 100 were obtained:

1. barley
2. corn
3. molassed beet pulp
4. tapioca
5. oats
6. oats-tapioca

The decrease in the urea utilization of the tapioca and oats groups were significant at the 5 per cent level.

The regression equations (p. 90) showed on average a net nitrogen utilization of 60,3 and 50,9% for the soya and urea periods respectively.

Depending on the carbohydrate source the nitrogen balance experiments indicate a substitution of 18-20% urea N of total N in rations for dairy cows. Optimal amounts of urea to high yielding cows should according to fig. 5 be decreased.

3. NH_3 concentration in rumen fluid and urea concentration in blood plasma

The highest concentrations of NH_3 -N in rumen fluid and of urea in blood plasma were found 1 and 2-3 hours after feeding respectively (fig. 9). On average the blood urea concentrations of 25-35 mg/100 ml in the urea periods did not exceed those of the soya periods within the same group whereas the NH_3 concentration of 18-37 mg/100 ml in rumen fluid were highest in the urea periods. With the exception of NH_3 concentrations in experiment 1 the lowest values of both metabolites were found in the protein deficient periods. The increase in urea concentration in blood was postponed, on average, by 1 hour as compared to the NH_3 increase in rumen fluid. In the oats-tapioca, tapioca and oats groups a second peak of NH_3 concentration in rumen fluid was observed 3-4 hours after feeding.

The increase in the total content of urea-N of blood plasma (table 45) in the urea period compared to the soja periods was significant in both the oats and molassed beet pulp group.

A hyperbolic relationship between urea concentration in blood plasma and NH_3 concentration in rumen fluid was found (fig. 10). This function indicated maximal urea concentrations of 33-34 mg/100 ml blood plasma.

It was calculated that the amount of blood urea recycling to the rumen could not be increased at rumen NH_3 levels above 9,6 mg NH_3 -N per 100 ml rumen fluid corresponding to 24 mg urea/100 ml blood plasma. At this point an increment of rumen NH_3 -N does not contribute to the transfer of urea from the blood to the rumen, but recycling of blood urea is changing to excretion in the urine.

Depending on N intake (fig. 11) the NH_3 concentrations in rumen fluid were significantly increased in the urea periods as compared to the soya and deficient periods. In blood plasma no significant differences in urea concentration between the soya and urea periods were found. In the protein deficient periods the blood urea concentrations were significantly decreased as compared to the soya and urea periods.

The relationships between nitrogen utilization and NH_3 concentration in rumen fluid and blood urea concentration were low (table 47). Blood urea concentration significantly influenced the urea excretion in urine (fig. 12) and in milk. The variation in urea concentration in blood plasma could account for 46 and 49 per cent of the variation in urine and milk respectively.

4. Concentration of thyroxine in blood plasma

The concentration of thyroxine in blood plasma (fig. 13) was lowest in the protein deficient period of both the barley and tapioca group. No significant differences existed between the urea and soya periods.

5. pH values in rumen fluid

The pH values in rumen fluid varied according to feeding time. The highest value, pH 7,5, was found before feeding in the urea period of the corn group. Within periods of the other groups the values varied from pH 6.8-7.3 before feeding. After feeding, the values on an average of the periods gradually decreased to about pH 6.5-6.7 between 2 and 4 hours later. Before the next feeding the values had again increased to an average of about pH 6.8.

6. Concentration of volatile fatty acids in rumen fluid

No significant difference in the concentration of volatile fatty acids between the barley and tapioca group were observed. The concentration of VFA in the molassed beet pulp group, however, was significantly increased as compared to the oats group. The concentration of isobutyric and isovaleric acids in the molassed beet pulp group were decreased by 50 per cent as compared to the soya periods (table 55). In the barley and tapioca groups the concentrations of the iso-acids were highest in the urea and protein deficient periods. The highest concentration of VFA in almost all periods was found 2-3 hours after feeding.

The maximum rumen VFA concentration occurred after the maximum rumen NH_3 concentration. The time intervals for the three nitrogen sources were 45, 75, and 120 min. in the urea, soya, and protein deficient periods respectively. This suggest that the times at which maximum production of NH_3 and energy in the rumen occurred, were not synchronised.

Estimates of the rate of VFA production were equivalent to 63,1%, 61,9%, 52,7%, and 57,0% of the digestible energy of the barley, tapioca, oats and molassed beet pulp groups respectively (table 58).

The concentration of lactic acid on average varied between 0,03-0,4 mmoles/100 ml rumen fluid. The highest values were found 1 hour after feeding.

Zusammenfassung

In der vorliegenden Arbeit wurde mit laktierenden Kühen die Verwertung des Harnstoff-N gegenüber Sojaschroteiweiss untersucht. Dabei wurden als Energielieferanten für die Pansenmikroorganismen neben dem Grundfutter Mais, Hafer-Tapioka (1:1), Gerste, Tapioka, Hafer und Melasseschnitzel eingesetzt.

Aus der Versuchsanordnung, Kapitel 2, ist ersichtlich, dass 3 Versuche mit insgesamt 6 Gruppen zu je 4 Tieren in 5 aufeinanderfolgenden Perioden als N-Bilanzversuche durchgeführt wurden. In den Kontrollperioden (I, III und V) wurde als Eiweiss-träger im Kraftfutter nur Sojaschrot verwendet. In den Harnstoffperioden II wurde das Sojaschrot energie- und proteinäquivalent gegen den Stärkelieferanten bzw. Harnstoff ausgetauscht. Dadurch ergab sich ein Harnstoff-N-Anteil in der Mais-bzw. Hafer-Tapioka-gruppe von 16.8 bzw. 17.8%, in der Gersten bzw. Tapiokagruppe von 18.5 bzw. 22.3% und in der Hafer bzw. Melasseschnitzel-gruppe von 18.6 bzw. 19.7% des Gesamt-N der Ration. In den N-Mangelperioden IV erfolgte dagegen nur ein Energieausgleich.

Ausser den unterschiedlichen Energiequellen erhielten alle 6 Gruppen das gleiche Grundfutter bestehend aus 15 kg Rübenblattsilage (10 kg Versuch 3), 5 kg Heu und 4 kg Trockenschnitzel (5 kg Versuch 3) sowie ein Mineralstoffzuschuss.

Die wichtigsten Versuchsergebnisse:

1. Verdaulichkeit der Nährstoffe (Tabellen 23-30)

Gegenüber der N-Mangelperiode wurden in der Harnstoffperiode der Hafer-Tapioka-, Tapioka- und Melasseschnitzelgruppe signifikant höhere Verdaulichkeitsquotienten (VQ) der Trockensubstanz, Org. Substanz und der N-freien Extr. Stoffe gefunden. In der Mais- und Gerstengruppe wurde kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Perioden gefunden. In der Hafergruppe wurde dagegen ein signifikant niedrigerer VQ der genannten Nährstoffe gefunden. Gegenüber den Sojaperio-

den entsprach die Verdaulichkeit der Harnstoffperioden mit Ausnahme der Trocken- und org. Substanz der Tapiokagruppe sowie der org. Substanz und N-freien extr. Stoffe der Hafer-Tapiokagruppe, immer derjenigen Verdaulichkeit einer oder mehrerer Sojaperioden.

Die N-Verdaulichkeit war mit Ausnahme der Gerstengruppe immer signifikant höher in den Harnstoffperioden als in den N-Mangelperioden. Ebenfalls entsprach der VQ der Harnstoffperioden immer derjenigen N-Verdaulichkeit einer oder mehrerer Sojaperioden. Dagegen war die N-Verdaulichkeit der Normalperiode III in der Mais-, Hafer- Tapioka- und Hafergruppe signifikant um 4-8% höher als in den Normalperioden I und V. Die Verdaulichkeit des Reinprotein-N der Harnstoffperioden war signifikant niedriger als in den Sojaperioden. Dieser Unterschied hängt höchstwahrscheinlich mit einer höheren Ausscheidung von Mikroben-einweiss im Kot zusammen.

Der VQ des Rohfettes war signifikant erniedrigt in der Mangelperiode der Melasseschnitzelgruppe. In den übrigen Gruppen entsprach der VQ sowohl der Harnstoff als auch der Mangelperioden derjenigen der Sojaperioden.

Die Rohfaserverdaulichkeit war nur in der Harnstoffperiode der Hafer-Tapiokagruppe signifikant um 3.1% höher als in der N-Mangelperiode. Die Verdaulichkeit der Energie war in der N-Mangelperiode der Tapiokagruppe signifikant erniedrigt. In der Sojaperiode III der Hafergruppe war die Energieverdaulichkeit gegenüber den übrigen Perioden signifikant erhöht. In der Gersten- und Melasseschnitzelgruppe wurden keine erheblichen Unterschiede in der Energieverdaulichkeit zwischen den Perioden beobachtet.

2. Stickstoffverwertung

Die Stickstoffverwertung wurde sowohl in % vom verzehrten als auch in % des verdauten Stickstoffs berechnet (Tabelle 37). Auf Grund einheitlicher Zusammenhänge zwischen dem verzehrten bzw. verdauten Stickstoff mit der N-Verwertung (Tabelle 34), wurde eine Schätzung der N-Verwertung auf Grundlage des verzehrten N bevorzugt.

In % vom verzehrten N war die N-Verwertung in der Sojaperiode III der Mais- und Hafer-Tapiokagruppe signifikant um 4.7 bzw. 4.2% höher als in den Sojaperioden I und V.

Die Beurteilung der N-Verwertung in den Harnstoffperioden wurde relativ gegenüber der N-Verwertung in den Sojaperioden vorgenommen (Tabellen 38, 39, 41).

Es wurde folgende Reihenfolge der Energielieferanten hinsichtlich der Stickstoffverwertung in den Harnstoffperioden gegenüber Soja-N = 100 erreicht.

1. Gerste
2. Mais
3. Melasseschnitzel
4. Tapioka
5. Hafer
6. Hafer-Tapioka

In der Tapioka- und Hafer-Tapiokagruppe konnten die Werte gegenüber den Sojaperioden gesichert werden.

Auf Grund der Regressionsgleichungen (S. 90) war die durchschnittliche Netto-Stickstoffverwertung der Soja-bzw. Harnstoffperioden 60,3 bzw. 50,9%.

In Abhängigkeit von der Kohlenhydratquelle zeigen die Ergebnisse der N-Bilanzversuche, daß der Anteil an Harnstoff-N 18-20% des Gesamt-N der Ration für Milchkühe nicht überschreiten sollte. Die Verabreichung optimaler Harnstoffmengen ist jedoch abhängig von der Milchleistung, sodaß die Harnstoffkonzentration in Rationen für Hochleistungskühe reduziert werden sollte.

3. NH_3 -Konzentration im Pansensaft und Harnstoffkonzentration im Blutplasma

In der NH_3 -Konzentration des Pansensaftes und der Harnstoffkonzentration des Blutplasmas konnten fütterungsabhängige Konzentrationsschwankungen beobachtet werden (Fig. 9). Die NH_3 -Konzentration im Pansensaft bzw. Harnstoffkonzentration im Blutplasma waren 1 bzw. 2-3 Stunden nach der Fütterung am höchsten.

Im Durchschnitt aller Gruppen und Perioden war der Anstieg der Harnstoffkonzentration im Blut gegenüber den NH_3 -Werten im Pansensaft um eine Stunde verzögert. Durchschnittlich war die NH_3 -Konzentration der Harnstoffperioden von 18-37 mg/100 ml Pansensaft am höchsten. Die Werte der Harnstoffkonzentration des Blutplasmas der Harnstoffperioden von 25-35 mg/100 ml überstiegen nicht die Konzentrationshöhen der Sojaperioden. Mit Ausnahme der NH_3 -Konzentrationswerte im Versuch 1, wurden die niedrigsten Werte beider Metabolite in den N-Mangelperioden gefunden.

Der Anstieg an gesamt Harnstoff-N im Blutplasma der Harnstoffperiode (Tab. 45) war gegenüber den Sojaperioden der Hafer- und der Melasseschnitzelgruppe signifikant.

Zwischen der Harnstoffkonzentration im Blutplasma und der NH_3 -Konzentration im Pansensaft wurde ein hyperbolischer Zusammenhang gefunden (Fig. 10). Die Maximalwerte dieser Funktion näherten sich 33-34 mg Harnstoff pro 100 ml Blutplasma.

Es wurde berechnet, daß der absolute Rückfluss von Blutharnstoff in den Pansen nicht über einer Konzentration von 9,6 mg NH_3 -N pro 100 ml Pansensaft hinaus gesteigert werden konnte. Dieses ent-

spricht 24 mg Harnstoff pro 100 ml Blutserum. Eine steigende NH_3 -Konzentration im Pansensaft verstärkt nicht die Rezyklisierung von Blutharnstoff in den Pansen, sondern erhöht die relative Ausscheidung von Blutharnstoff in dem Harn.

In Abhängigkeit vom verzehrten N (Fig. 11), war die NH_3 -Konzentration im Pansensaft der Harnstoffperioden gegenüber der Soja- bzw. Mangelperioden signifikant erhöht. In der Harnstoffkonzentration des Blutplasmas bestanden keine gesicherten Unterschiede zwischen den Soja- und Harnstoffperioden. Die N-Mangelperioden waren gegenüber den Soja- bzw. Harnstoffperioden signifikant niedriger.

Die Abhängigkeit der N-Verwertung von der NH_3 -Konzentration im Pansensaft bzw. der Harnstoffkonzentration im Blutplasma war gering (Tabelle 46). Die Harnstoffausscheidung in Milch und Harn (Fig. 12) war von der Harnstoffkonzentration des Blutplasmas beeinflusst, indem 49 bzw. 46% der Streuung durch die Harnstoffkonzentration im Blut erklärt werden konnte.

4. Thyroxinkonzentration im Blutplasma

Die Thyroxinkonzentration im Blutplasma der Proteinmangelperiode der Gersten- und Tapiokagruppe war erniedrigt. Zwischen den Harnstoff- und Sojaperioden konnte kein gesicherter Unterschied gefunden werden.

5. pH- Wert- Messungen im Pansensaft

Die pH-Werte im Pansensaft schwankten in Abhängigkeit von der Fütterung. Vor der Morgenfütterung lagen die Werte aller Gruppen hoch: Maisgruppe 7,5; die übrigen Gruppen schwankten zwischen pH 6,8-7,3. Danach sanken die Werte bis durchschnittlich pH 6,5-6,7. Zwei bis vier Stunden nach dem Fütterungsbeginn waren die Werte wieder auf pH 6,8 angestiegen.

6. Konzentration der flüchtigen Fettsäuren im Pansensaft.

Es wurden keine gesicherten Unterschiede in der Konzentration der flüchtigen Fettsäuren zwischen der Gersten- und Tapioka-gruppe gefunden. In der Melasseschnitzelgruppe waren die Konzentrationswerte gegenüber der Hafergruppe signifikant erhöht. In der Melasseschnitzelgruppe waren die Werte der Isobutter- und Isovaleriansäure der Harnstoffperiode gegenüber den Sojaperioden um etwa 50% erniedrigt. In der Gersten bzw. Tapiokagruppe waren die Werte der Isosäuren der Harnstoffperiode dagegen höher als in den Sojaperioden.

Die höchsten Konzentrationswerte wurden etwa 2-3 Stunden nach der Fütterung gefunden.

Gegenüber der höchsten NH_3 -Konzentration im Pansensaft war die Höchste Konzentration der flüchtigen Fettsäuren der Harnstoff-, Soja- bzw. Mangelperioden durchschnittlich um 45, 75 bzw. 120 Min. verzögert, sodaß keine gute Übereinstimmung zwischen der NH_3 - und Energiefreisetzung im Pansen bestand.

Berechnungen über die Produktionsrate der flüchtigen Fettsäuren im Pansen ergaben 63,1%, 61,9%, 52,7% bzw. 57,0% der verdaulichen Energie der Gersten-, Tapioka-, Hafer- bzw. Melasseschnitzelgruppe (Tab. 58).

Zwischen den Perioden schwankten die Werte der Milchsäurekonzentration durchschnittlich von 0,03-0,4 M mol pro 100 ml Pansensaft. Die höchsten Konzentrationswerte wurden 1 Stunde nach der Fütterung gefunden.

Litteraturliste

- Abdo, K.M., King, K.W. and Engel, R.W. (1964): Protein quality of rumen microorganisms. *J.Anim.Sci.* 23, 734.
- Acord, C.R., Mitchell, L.E., Little, C.O. and Karr, M.R. (1966): Nitrogen sources for starch digestion by rumen microorganisms. *J.Dairy Sci.* 49, 1519.
- Annison, E.F. and Lewis, D. (1962): Metabolism in the rumen. Methuen and Co. Ltd., London.
- Andersen, P.E., Møller, P.D., Valeur, C.M. og Koldborg Sørensen, M. (1971): Urinstof som proteinkilde til malkekøer. Forsøgslab. Årbog, 299.
- Andrews, R.P. and Ørskov, E.R. (1970 a): The nutrition of the early weaned lamb. 1. The influence of protein concentration and feeding level on rate of gain in body weight. *J.Agric.Sci., Camb.* 75, 11.
- Andrews, R.P. and Ørskov, E.R. (1970 b): The nutrition of the early weaned lamb. 2. The effect of dietary protein concentration, feeding level and sex on body composition at two live weights. *J.Agric.Sci., Camb.* 75, 19.
- Arias, C., Burroughs, W., Gerlaugh, P. and Bethke, R.M. (1951): The influence of different amounts and sources of energy upon in vitro urea utilization by rumen organisms. *J.Anim.Sci.* 10, 683.
- Balch, C.C. and Campling, R.C. (1961): Utilization of urea by milking cows. *J. of Dairy Research*, 28, 157.
- Balch, C.C. (1967): Problems in predicting the value of non-protein nitrogen as a substitute for protein in rations for farm ruminants. *European Ass.Anim.Prod., Oslo.*
- Barker, S.B. and Summerson, W.H. (1941): The colorimetric determination of lactic acid in biological material. *J.Biol.Chem.* 138, 535.
- Belasco, I.J. (1954): New nitrogen feed compounds for ruminants. A laboratory evaluation. *J.Anim.Sci.* 13, 601.
- Belasco, I.J. (1956): The role of carbohydrates in urea utilization, cellulose digestion and fatty acid formation. *J.Anim.Sci.* 15, 496.
- Bell, M.C., Gallup, W.D. and Whitehair, C.K. (1951): Utilization by steers of urea nitrogen in rations containing different carbohydrate feeds. *J.Anim.Sci.* 10, 1037.
- Bentley, O.C. and Moxon, A.L. (1952): A semi-synthetic ration for studying the trace element requirements of cattle. *J.Anim.Sci.* 11, 756.
- Bergner, H. und Münchow, H. (1958): Untersuchungen über den Einfluss des Nahrungsproteins auf die Schilddrüsensekretionsrate und Dejodierung von 131 J-Rose bengale bei Schweinen. *Arch.f.Tierern.* 13, 31.

- Bloomfield, R.A., Kearley, E.O., Creach, D.O. and Muhrer, M.E. (1963):
Ruminal pH and absorption of ammonia and VFA. *J.Anim.Sci.* 22, 833.
- Bolduan, C., Voigt, J., Steger H. und Piatkowski, B. (1969): Über
den Einfluss gestaffelter Harnstoffgaben bei einheitlicher Stroh-
Stärke-Grundration auf N-Bilanz und Pansenfermentation von Kühen.
Arch.Tierern. 19, 513.
- Briggs, H.M. (1967): Urea as a protein supplement. Pergamon Press, Oxford.
- Bryant, M.P. and Robinson, I.M. (1962): Some nutritional characteristics
of predominant culturable ruminal bacteria. *J.Bacterol.* 84, 605.
- Bryant, M.P. (1963): Symposium on microbial digestion in ruminants:
Identification of groups of anaerobic bacteria active in the rumen.
J.Anim.Sci. 22, 801.
- Burroughs, W., Latona, A., DePaul, P., Gerlaugh, P. and Bethke, R.M.
(1951): Mineral influence upon urea utilization and cellulose digestion
by rumen microorganisms using the artificial rumen technique. *J.Anim.
Sci.* 10, 693.
- Campling, R.C., Freer, M. and 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.
- Carstens, P. und Mehner, A. (1937): Ergebnisse eines Fütterungsver-
suches mit Amidschnittzeln an Kühen des Höhenfleckviehs in Böhlin-
gen. *Forschungsdienst* 4, 243.
- Chalmers, M.I., Cuthbertson, D.P. and Synge, R.L.M. (1954): Ruminal
ammonia formation in relation to the protein requirement of sheep.
I. Duodenal administration and heat processing as factors influen-
cing fate of casein supplements. *J.Agr.Sci.* 44, 254.
- Chalupa, W., Evans, J.L. and Stillions, M.C. (1963): Nitrogen source
availability and activity of rumen microorganisms. *J.Dairy Sci.* 46,
1431.
- Chalupa, W. (1968): Problems in feeding urea to ruminants. *J.Anim.Sci.*
27, 207.
- Cocimano, M.R. and Leng, R.A. (1967): Metabolism of urea in sheep. *Br.
J. Nutr.* 21, 353.
- Combe, J.B., Tribe, D.E. and Morrison, J.W.C. (1960): Some experimen-
tal observations on the toxicity of urea to sheep. *Austr.J.Agric.
Res.* 11, 247.
- Conrad, H.R., Hibbs, J.W. and Pratt, A.D. (1967): Effect of plane of
nutrition and source of nitrogen on methionine synthesis in cows.
J.Nutr. 91, 343.
- Conrad, H.R. and Hibbs, J.W. (1968): Nitrogen utilization by the rumi-
nant. Appreciation of its nutritive value. *J.Dairy Sci.* 51, 276.
- Conway, E.J. (1957): Microdiffusion analysis and volumetric error.
4th ed. Crosby Lookwood, London.

- Davis, C.K. und Roberts, H.F. (1961): Harnstofftoxizität bei Rindvieh. Futter und Fütterung 12, 71.
- Davis, C.L., Lassiter, C.A., Seath, D.M. and Rust, J.W. (1956): An evaluation of urea and dicyandiamide for milking cows. J.Anim.Sci. 15, 515.
- DeCostre, P., Buhler, U., DeGroot, L.J. and Refetoff, S. (1971): Diurnal rythmin total serum thyroxine levels. Metabolism 20, 782.
- Duncan, C.W., Agrawala, I.P., Huffmann, C.F. and Luecke, R.W. (1953): A quantitative study of rumen synthesis in the bovine on natural and purified rations. II. Amino acid content of mixed rumen proteins. J.Nutr. 49, 41.
- Egan, A.R. and Kellaway, R.C. (1971): Evaluation of nitrogen metabolites as indices of nitrogen utilization in sheep given frozen and dry mature herbages. Br.J.Nutr. 26, 335.
- Ehrenberg, P., Nietsche, A. und Müller, J. (1938): Bericht über den Eiweissersatzversuch Bettlern. Z.f.Tierern.und Futtermittelk. 1, 33.
- Ellis, W.C., Flynn, L.M., Hargus, W.A. and Pfander, W.H. (1959): Tryptophan, methionine and lysine content of rumen contents in relation to nitrogen utilization by lambs fed purified rations. Fed.Proc. 18, 524.
- Farries, E. und Zgajnar, J. (1969): Ein Beitrag zur Verwertung hoher Harnstoffmengen beim wachsenden Wiederkäuer. Schriftenreihe Max-Planck-Inst., Heft 39, Mariensee.
- Farries, E.F. (1971): Spezielle Untersuchungen zur Verwertung der NPN-Verbindung Harnstoff beim Wiederkäuer. Schriftenreihe des Max-Planck-Inst. f. Tierzucht und Tierern., Mariensee, Heft 52.
- Ferguson, K.A., Hemsley, J.A. and Reis, P.J. (1967): The effect of protecting dietary protein from microbial degradation in the rumen. Aust. J.Sci. 30, 215.
- Flatt, W.P., Moe, P.W., Oltjen, R.R., Putnam, P.A. and Hooven, N.W. (1969): Energy metabolism studies with dairy cows receiving purified diets. In Energy Metabolism of Farm Animals. 4th Symp. on energy metabolism. Warsaw 1967. EAAP publ. 12, Oriel Press Newcastle upon Tyne.
- Frederiksen, J.H. (1969): Beregning af foderværdien i græsmarksafgrøder, roer og roetop. 371. beretn. fra Forsøgslab., København.
- Freitag, R.R., Smith, W.H. and Beeson, W.M. (1966): Comparison of certain metabolites possibly related to nitrogen utilization of urea and soybean meal rations. J.Animal Sci. 25, 901.
- Gosset, W.H., Perry, T.W., Mohler, M.T., Plumlee, M.P. and Beeson, W.M. (1962): Value of supplemental lysine, methionine, methionine analog and trace minerals on high urea fattening rations for beef steers. J. Anim.Sci. 21, 248.
- Gregersen, M.I. and Rawson, R.A. (1959): Blood volume. Physiol.Reviews 39, 307.

- Griel, L.C.Jr., Patton, R.A., McCarthy, R.D. and Chandler, P.T. (1968): Milk production response to feeding methionine hydroxanalog to lactating dairy cows. *J.Dairy Sci.* 51, 1866.
- Hagemann, O. (1891): Beitrag zur Kenntnis des Eiweißumsatzes im tierischen Organismus. *Ldw.Jb.* 20, 264.
- Hald, A. (1960): Statistical theory with engineering applications. J.Wiley and Sons, Inc., London-New-York.
- Hamilton, T.S., Robinson, W.B. and Johnson, B.C. (1948): Further comparisons of the utilization of nitrogen of urea with that of some feed proteins by sheep. *J.Anim.Sci.* 7, 26.
- Harbers, L.H., Oltjen, R.R. and Tillman, A.D. (1961): Lysine supplementation in rations for sheep. *J.Anim.Sci.* 20, 880.
- Harvey, W.R. (1968): Instruction for use of LSMLGP (Least-squares and maximum likelihood general purpose program). Ohio State University, 25 pp.
- Helmer, L.G., Bartley, E.E., Deyoe, C.W., Meyer, R.M. and Pfof, H.B. (1970 a): Feed processing. V. Effect of an expansion-processed mixture of grain and urea (starea) on nitrogen utilization in vitro. *J.Dairy Sci.* 53, 330.
- Helmer, L.G., Bartley, E.E. and Deyoe, C.W. (1970 b): Feed processing. VI. Comparison of starea, urea and soya bean meal as protein sources for lactating dairy cows. *J.Dairy Sci.* 53, 883.
- Helmer, L.G. and Bartley, E.E. (1971): Progress in the utilization of urea as a protein replacer for ruminants. A review. *J.Dairy Sci.* 52, 25.
- Hershberger, T.V., Bentley, O.G. and Moxon, A.L. (1959): Availability of the nitrogen in some ammoniated products to bovine rumen micro-organism. *J.Anim.Sci.* 18, 663.
- Hoffmann, L. (1969): The suitability of energetic index numbers for performance prediction. I Energy Metabolism of Farm Animals. 4th symp. on energy metabolism, Warsaw, EAAP publ. 12, 51. Oriel Press Newcastle upon Tyne.
- Hogan, J.P. and Weston, R.H. (1967): The digestion of two diets of differing protein content but with similar capacities to sustain wool growth. *Aust.J.Agr.Res.* 18, 973.
- Holter, J.A. and Reid, J.T. (1959): Relationship between the concentration of crude protein and apparently digestible protein in forages. *J.Anim.Sci.* 18, 1339.
- Honcamp, F., Kadudela, S. und Müller, E. (1923): Harnstoff als Eiweißersatz beim milchgebenden Wiederkäuer. *Biochem.Z.* 143, 111.
- Houpt, T.R. (1959): Utilization of blood urea in ruminants. *Am.J.Physiol.* 197, 115.
- Houpt, T.R. and Houpt, K.A. (1964): Movement of urea across the epithelium of a rumen pouch. *Fedn.Proc.Fedn Am.Socs.exp.Biol.* 23, 262.

- Houpt, T.R. and Houpt, K.A. (1968): Transfer of urea nitrogen across the rumen wall. *Am.J.Physiol.* 214, 1296.
- Hovskov Sørensen, P. (1958): Jodstofskifte og thyreoidea-funktion hos kvæg og svin. 302. beretning fra Forsøgslaboratoriet, 159 p.p., København.
- Huber, J.T., Sandy, R.A., Polan, C.E., Bryant, H.T. and Blaser, R.E. (1967): Varying levels of urea for dairy cows fed corn silage as the only forage. *J.Dairy Sci.* 50, 1241.
- Hume, I.D. (1970 a): Synthesis of microbial protein in the rumen. 2. A response to higher volatile fatty acids. *Aust.J.Agric.Res.* 21, 297.
- Hume, I.D. (1970 b): Synthesis of microbial protein in the rumen. 3. The effect of dietary protein. *Aust.J.agric.Res.* 21, 305.
- Hume, I.D. and Bird, P.R. (1970): Synthesis of microbial protein in the rumen. 4. The influence of the level and form of dietary sulphur. *Aust.J.agric.Res.* 21, 315.
- Hume, I.D., Moir, R.J. and Somers, M. (1970): Synthesis of microbial protein in the rumen. 1. Influence of the level of nitrogen intake. *Aust.J.agric.Res.* 21, 283.
- Hungate, R.E. (1966): The rumen and its microbes. Academic Press, N.Y.
- Jacobson, D.R. and Barnett, J.W. (1967): Amino acid and nutritional status of lactating cows on low sulfur and sulfur supplemented diets. (Abstracts). *J.Dairy Sci.* 50, 617.
- Jacobson, D.R., Van Horn, H.H. and Sniffen, C.J. (1970): Amino acids in ruminant nutrition. Lactating ruminants. *Fed.Proc.* 29 (1), 35.
- Juhász, B. (1965): Endogenous nitrogen cycle in ruminants. *Acta Vet. Acad.Sci.Hung.* 15, 25.
- Kaufmann, W., Pfeffer, E. und Dirksen, G. (1972): Untersuchungen zur Verdauungsphysiologie der Milchkühe mit der Umleitungstechnik am Duodenum. II. Messtechnik, Flussrate am Duodenum und Verdaulichkeit der Energie in Mägen und Darm. *Fortschr. in der Tierphysiol. und Tierern.* 1, 11.
- Kosharov, A., Bensadoun, A., Breuer, L.H., Loosli, J.K., Morris, C.J. and Reid, J.T. (1967): Incorporation of ^{15}N -ammonia into blood amino acids and nonprotein nitrogen of ruminants. *J.Dairy Sci.* 50, 1714.
- Krebs, K. (1937): Der Wert der Amide bei der Fütterung des Rindes. *Tierernährung* 9, 394.
- Leng, R.A. and Brett, D.J. (1966): Simultaneous measurements of the rates of production of acetic, propionic and butyric acids in the rumen of sheep on different diets and the correlation between production rates and concentrations of these acids in the rumen. *Br.J.Nutr.* 20, 541.
- Lewis, D. and McDonald, I.W. (1958): The interrelationships of individual proteins and carbohydrates during fermentation in the rumen of the sheep. 1. Fermentation of casein in the presence of starch or other carbohydrate materials. *J.Agric.Sci.Camb.* 51, 108.
- Loosli, J.K., Williams, H.H., Thomas, W.E., Ferris, F.H. and Maynard, L.A. (1949): Synthesis of amino acids in the rumen. *Science* 110, 144.

- Loosli, J.K. and Warner, R.G. (1958): Distillers grains, brewers grains and urea as protein supplements for dairy rations. *J.Dairy Sci.* 41, 1446.
- Loosli, J.K. and McDonald, I.W. (1968): Nonprotein Nitrogen in the Nutrition of Ruminants. *FAO Rom*, 94 p p.
- Lugg, J.W.H. (1949): Plant Proteins. *Advances in protein chemistry V.* Academic Press, N.Y.
- MacRae, J.C., Ulyatt, M.J., Pearce, P.D. and Hendtlass, J. (1972): Quantitative intestinal digestion of nitrogen in sheep given formaldehyde-treated and untreated casein supplements. *Br.J.Nutr.* 27, 39.
- Madsen, A. (1963): Fordøjelighedsforsøg med svin. 337. beretning fra Forsøgslab., København. 191 p p.
- Mason, V.C. (1969): Some observations on the distribution and origin of nitrogen in sheep faeces. *J.Agric.Sci.Camb.* 73, 99.
- Mason, V.C. (1971 a): Some preliminary observations on the nature of factors influencing the excretion of non-dietary faecal nitrogen by ruminant animals. *J.Agric.Sci.Camb.* 6, 157.
- Mason, V.C. (1971 b): Mikrobiel vækst og kvælstoffets fordøjelighed hos drøvtyggere. *Ugeskr. for Agronomer* 116, 872.
- Mason, V.C. and Palmer, R. (1971): Studies on the digestibility and utilization of the nitrogen of irradiated rumen bacteria by rats. *J.Agric. Sci., Camb.* 76, 567.
- Mason, V.C. and White, F. (1971): The digestion of bacterial mucopeptide constituents in the sheep. 1. The metabolism of 2,6-diaminopimelic acid. *J.Agric.Sci., Camb.* 77, 91.
- Mathison, C.W. and Milligan, L.P. (1971): Nitrogen metabolism in sheep. *Br.J.Nutr.* 25, 351.
- McDonald, I.W. (1948): The absorption of ammonia from the rumen of the sheep. *Biochem.J.* 42, 584.
- McDonald, I.W. (1952): The role of ammonia in ruminal digestion of protein. *Biochem.J.* 51, 86.
- McLaren, G.A. (1964): Symposium on the microbial digestion in ruminants. Nitrogen metabolism in the rumen. *J.Anim.Sci.* 23, 577.
- McLaren, G.A., Anderson, G.C. and Barth, K.M. (1965): Influence of methionine and tryptophan on nitrogen utilization by lambs fed high levels of non-protein nitrogen. *J.Animal Sci.* 24, 231.
- McNaught, M.L. and Smith, J.A.B. (1947): Nitrogen metabolism in the rumen. *Nutr. Abstr.Revs.* 17, 18.
- McNaught, M.L., Smith, J.A.B., Henry, K.M. and Kon, S.K. (1950): The utilization of non-protein nitrogen in the bovine-rumen. 5. The isolation and nutritive value of a preparation of direct rumen bacteria. *Biochem. J.* 46, 32.

- McNaught, M.L., Owen, E.C., Henry, K.M. and Kon, S.K. (1954): The utilization of non-protein nitrogen in the bovine-rumen. 8. The nutritive value of the proteins of preparations of dried rumen bacteria, rumen protozoa and brewers yeast for rats. *Biochem.J.* 56, 151.
- Mercer, J.R. (1972): Amino acid flow to the duodenum and its effect on the glucose and amino acid status of sheep. PhD Thesis, 265 p.p., Cambridge.
- Mills, R.C., Booth, A.N., Bohstedt, C. and Hart, E.B. (1942): The utilization of urea by ruminants as influenced by presence of starch in the ration. *J.Dairy Sci.* 25, 925.
- Mills, R.C., Lardinois, C.C., Rupel, I.W. and Hart, E.B. (1944): Utilization of urea and growth of heifer calves with corn molasses or cane molasses as the only readily available carbohydrate. *J.Dairy Sci.* 27, 571.
- Mitchell, H.H. (1942): The avaluation of feeds on the basis of digestible and metabolizable nutrients. *J.Anim.Sci.* 1, 159.
- Møller, P.D. (1964): Råproteinets værdi til mælkeproduktion. Licentiatafhandling, 191 p p., København.
- Møller, P.D., Larsen, J.B. und Neimann-Sørensen, A. (1966): Der Wert des Rohproteins für die Bedarfsdeckung bei der Milchproduktion. I. Mitt. *Z.f.Tierphysiol., Tierern. und Futtermittelk.* 21, 154.
- Møller, P.D. (1967): Untersuchungen über die Harnstoffverwertung während der Laktation. Dissertation, Göttingen, 135 p p.
- Møller, P.D. (1968 a): Der Einfluss des Harnstoffs auf einige Stoffwechselleistungen: Litteraturüberblick. Schriftenreihe des Max-Planck-Instituts für Tierz. u. Tierern., Heft 36. 81 pp.
- Møller, P.D. (1968 b): Ikke publiceret.
- Møller, P.D. (1968 c): Undersøgelser over fodringens indflydelse på vomgæringen og mælkens fedtprocent. *Landøk.Forsøgslab.Årbog*, 516.
- Møller, P.D. (1972): Undersøgelser over retarderet NH_3 -frigørelse i vommen ved forskellig behandling af byg og urea. *Landøk. Forsøgslab. Årbog.*, 276.
- Neimann-Sørensen, A., Larsen, J.B., Møller, P.D. og Klausen, S. (1964): Forskellige mængder renprotein til mælkeproduktion. Foreløbige konklusioner. *Landøk.Forsøgslab.Årbog*, 46.
- Neergaard, L. (1972): Methane production in growing calves in relation to VFA production and digested nutrients. 26. Tagung der Gesellschaft für Ernährungsphysiol. der Haustiere, München.
- Nolan, J.V. and Leng, R.A. (1972): Dynamic aspects of ammonia and urea metabolism in sheep. *Br.J.Nutr.* 27, 177.
- Oltjen, R.R., Sirey, R.J. and Tillmann, A.D. (1962): Purified diets studies with sheep. *J.Animal Sci.* 21, 277.
- Oltjen, R.R., Robbins, J.D. and Davis, R.E. (1964): Studies involving the use of glutamic acid in ruminant nutrition. *J.Anim.Sci.* 23, 767.
- Oltjen, R.R. and Putnam, P.A. (1966): Plasma amino acid and nitrogen retention by steers fed purified diets containing urea or isolated soy protein. *J.Nutr.* 89, 385.

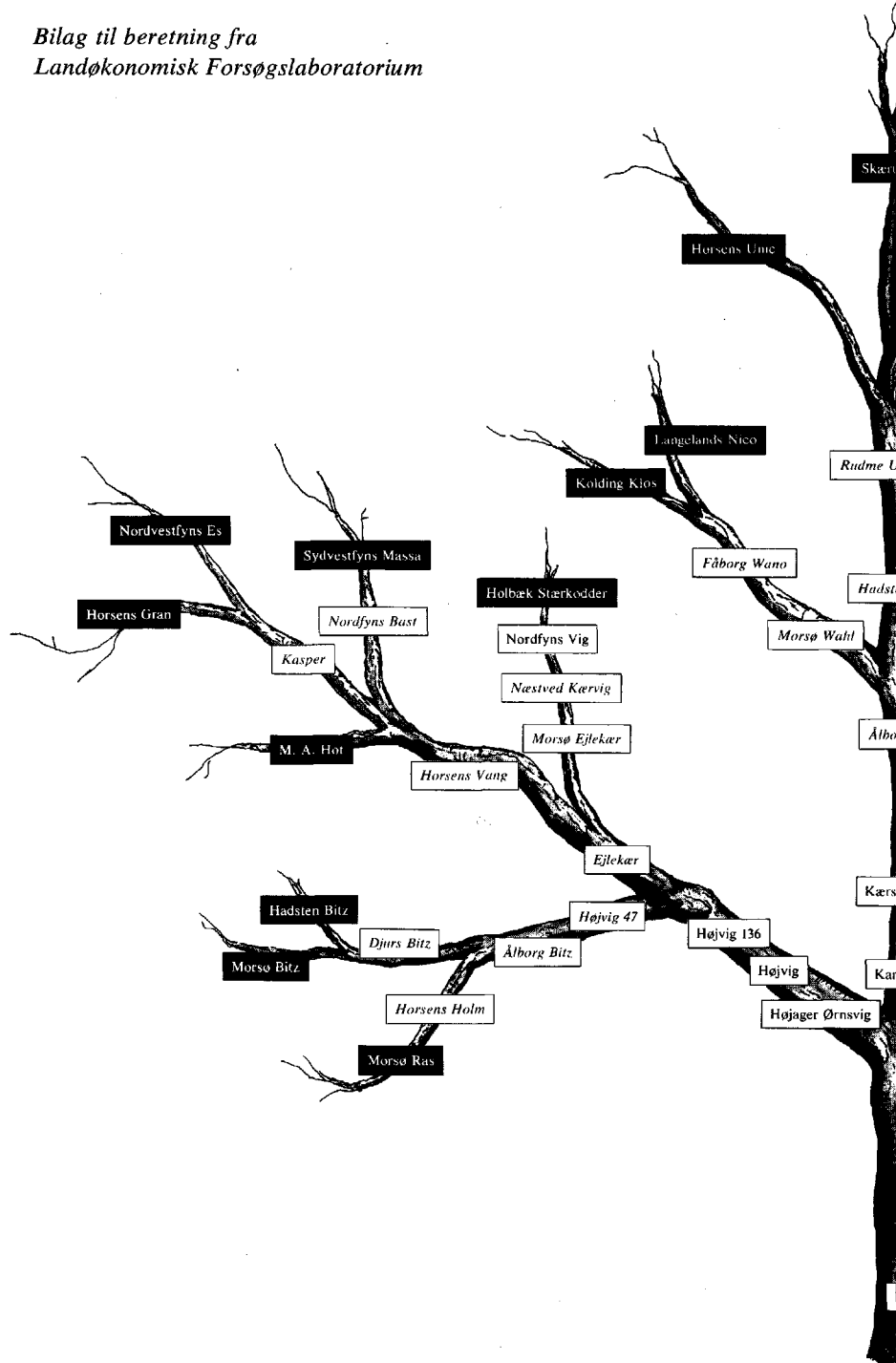
- Oltjen, R.R. (1969): Effects of feeding ruminants non-protein nitrogen as the only nitrogen source. *J.Anim.Sci.* 28, 673.
- Otagaki, K.K., Waymann, O., Morita, K. and Jwanaga, J.J. (1956): Utilization of non-protein nitrogen in rations of milking cows under Hawaiian conditions. *J.Dairy Sci.* 39, 1753.
- Owen, E.C., Schmith, J.A.B. and Wright, N.C. (1943): Urea as a partial protein substitute in the feeding of dairy cattle. *Biochem.J.* 37, 44.
- Pearson, R.M. and Smith, J.A.B. (1943): The utilization of urea in the bovine rumen. 3. The synthesis and breakdown of protein in rumen ingesta. *Biochem.J.* 37, 153.
- Pfeffer, E., Kaufmann, W. und Dirksen, G. (1972): Untersuchungen zur Verdauungsphysiologie der Milchkuh mit der Umleitungstechnik am Duodenum. III. Verdaulichkeit einiger organischer Futter-Bestandteile in Mägen und Darm. *Fortschr. in der Tierphysiol. und Tierern.* 1, 22.
- Phillipson, A.T., Dobson, M.J. and Blackburn, T.H. (1959): Assimilation of ammonia nitrogen by rumen bacteria. *Nature* 183, 402.
- Poijärvi, I. (1963): Über die Voraussetzungen der Wirkung von Harnstoff als Ersatz von Proteinen bei Wiederkäuern. *Ann.Agric.Fenn.* 2: 169.
- Polan, C.E., Miller, C.N., Chandler, P.T., Sandy, R.A. and Boman, R.L. (1970): Interrelationships of urea, protein and productive factors in lactating cows. *J.Dairy Sci.* 53, 1578.
- Pope, L.S., Whitehair, C.K., Bell, M.C., Tidwell, P.W., Bonner, M.C. and Gallup, W.D. (1951): The use of urea in rations for cattle and sheep. *Okla.Agr.Expt.Sta.* MP-22, 59.
- Purser, D.B. and Buechler, S.M. (1966): Amino acid composition of rumen organisms. *J.Dairy Sci.* 49, 81.
- Reid, J.T. (1953): Urea as a protein replacement for ruminants. A Review. *J.Dairy Sci.* 36, 955.
- Reid, J.T., Moe, P.W. and Tyrell, H.F. (1966): Energy and protein requirements of milk production. *J.Dairy Sci.* 49, 215.
- Richardson, D. and Tsien, W.S. (1963): Quantitative determination of the amino acid content of rumen fluid from twin steers fed soybean oil meal or urea. *J.Anim.Sci.* 22, 230.
- Rohr, K. (1962): Untersuchungen über die Brauchbarkeit des Harnstoffes als Eiweissersatz beim Wiederkäuer. *Kieler Milchwirtschaftl.Forschungsber.* 14, (4 u. 5).
- Rupel, I.W., Bohstedt, C. and Hart, E.B. (1943): The comparative value of urea and linseed meal for milk production. *J.Dairy Sci.* 26, 647.
- Rust, J.W., Lassiter, C.A., Davis, C., Brown, L.D. and Leath, D.M. (1956): The utilization of dicyandiamide and urea by lactating dairy cows. *J. Anim.Sci.* 15, 1133.
- Rys, R. (1967): Urea in rations for dairy cows. I. Urea as a Protein Supplement. Editor Briggs, A. Pergamon Press.

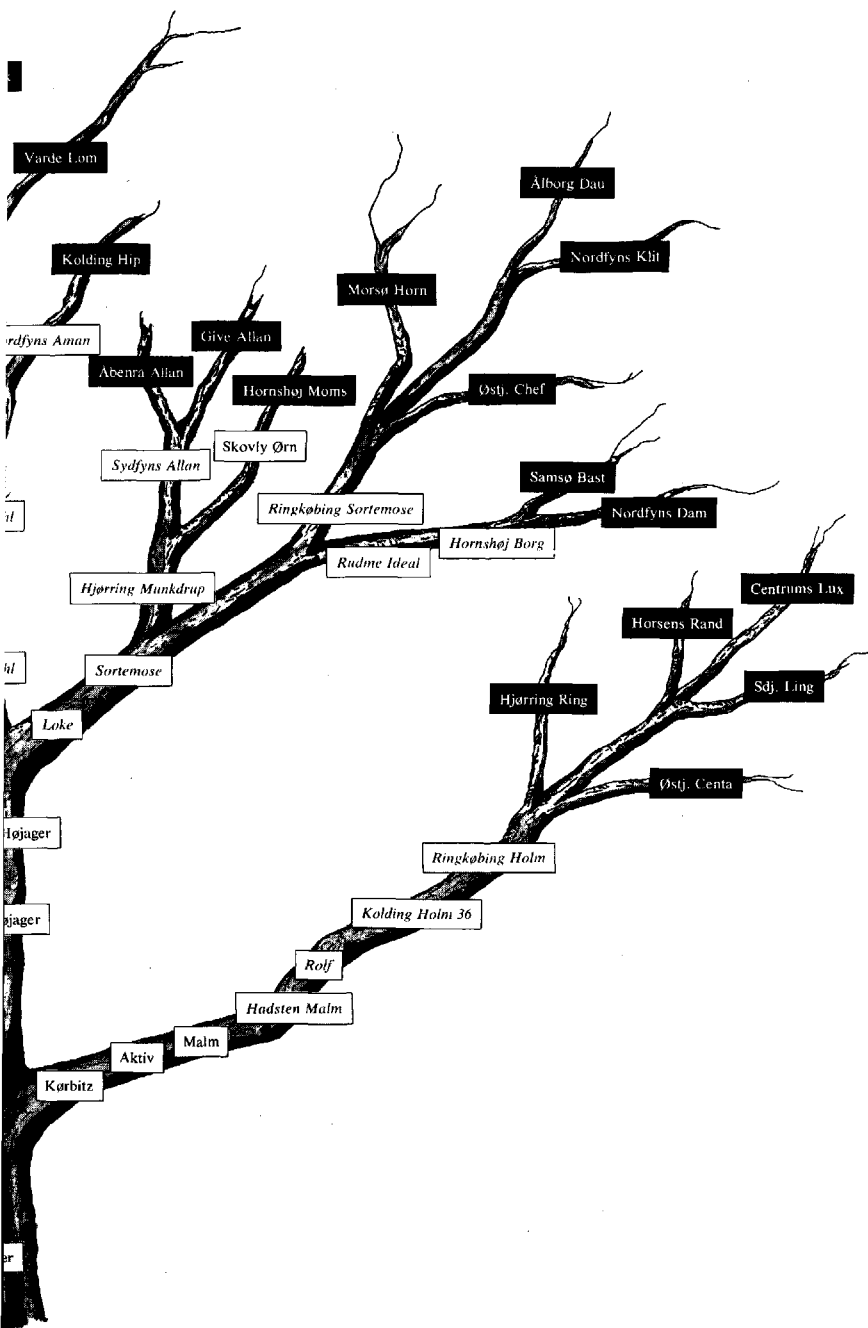
- Scherzinger, E. und Grosser, I. (1972): Methode zur direkten Bestimmung des Schilddrüsenhormonspiegels im Blut. Zbl. Vet. Med.A, 19, 775.
- Schiemann, R., Nehring, K., Hoffmann, L., Jentsch, W. und Chudy, A. (1971): Energetische Futterbewertung und Energienormen. VEB Deutscher Landw. Verlag, Berlin.
- Schmanenkov, N.A. (1960): Harnstoff in der Fütterung. VEB Deutscher Landwirtschaftsverlag.
- Seeley, R.C., Armstrong, D.G. and MacRae, J.C. (1969): Feed carbohydrates. The contribution of the end-products of their digestion to energy supply in the ruminant. I Energy Metabolism of Farm Animals. 4th symp. on energy metabolism, Warsaw, EAAP publ. 12, 93. Oriel Press Newcastle upon Tyne.
- Smith, J.A.B. and Baker, F. (1944): The utilization of urea in the bovine rumen. 4. The isolation of the synthesised material and the correlation between protein synthesis and microbial activities. Biochem J. 38, 496.
- Snedecor, C.W. (1956): Statistical Methods, 5th ed., Iowa State Univ. Press.
- Sommer, A. (1965): Einfluss der Verfütterung von Harnstoff, CoSO_4 und Lysin auf die Verdaulichkeit der stickstoffhaltigen Stoffe auf die Retention von Stickstoff bei Mastbullen. Zivocisna Vyroba 7, 497.
- Steel, C.D. and Torrie, J.H. (1960): Principles and Procedures of Statistics. McGraw-Hill Book Comp., Inc., N.Y.
- Stiles, D.A., Bartley, E.E., Meyer, R.M., Deyoe, C.W. and Pfost, H.B. (1970): Feed processing. VII. Effect of an expansionprocessed mixture of grain and urea (Starea) on nitrogen utilization in cattle and on urea toxicity. J.Dairy Sci. 53, 1436.
- Sørensen, V. og Schambye, P. (1955): Apparatur til udtagelse af vomindhold. Medlbl. Dansk Dyr lægeforening 38, 60.
- Thompson, N.R., Grog, G.C., Eheart, J.F. and Holdaway, C.W. (1952): The utilization of urea by dairy cattle. J.Dairy Sci. 35, 1010.
- Thornton, R.F., Bird, P.R., Somers, M. and Moir, R.J. (1970): Urea excretion in ruminants. 3. The role of the hind-gut (caecum and colon). Aust. J.agric.Res. 21, 345.
- Thornton, R.F. (1970 a): Urea excretion in ruminants. 1. Studies in sheep and cattle offered the same diet. Austr.J.agric.Res. 21, 323.
- Thornton, R.F. (1970 b): Factors affecting the urinary excretion of urea nitrogen in cattle. 1. Sodium chloride and water loads. Austr.J.agric. Res. 21, 131.
- Thornton, R.F. (1970 c): Factors affecting the urinary excretion of urea nitrogen in cattle. 2. The plasma urea nitrogen concentration. Austr. J.agric.Res. 21, 145.
- Tornberg, A. (1958): Determination of T-1824 (Evans blue dye) in lipemia and hemolysis with a modified extraction method. Acta Medica Scand. 161, 69.

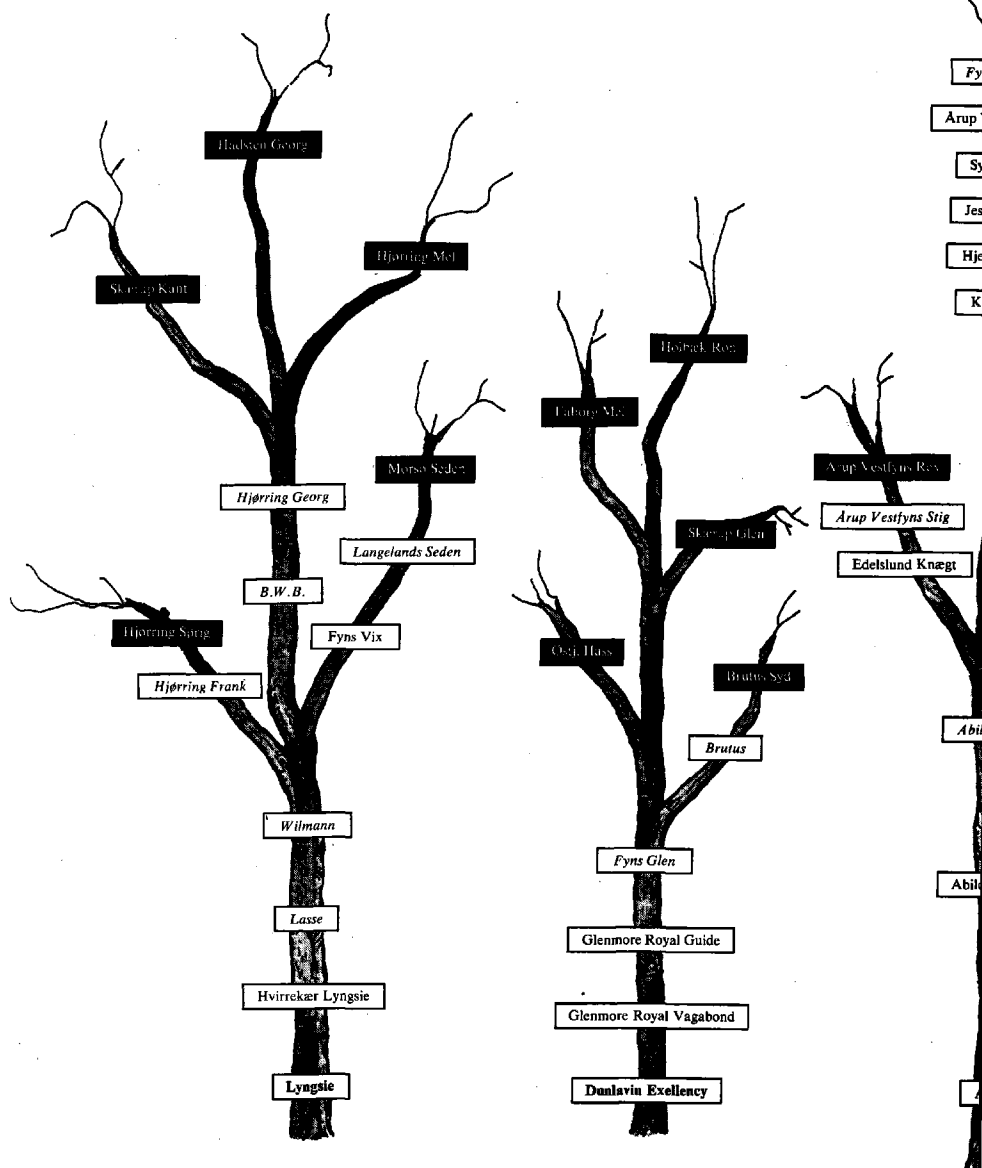
- Ulbrich, M. und Scholtz, H. (1963): Untersuchungen zum N-Stoffwechsel beim laktierenden Rind unter Verwendung von oral verabreichtem Ammoniumbicarbonat-¹⁵N. 5. Mitt. Zum Einbau von Ammoniumbicarbonat N in verschiedene Fraktionen des Panseninhaltes. Arch.f.Tierern. 13, 296.
- Ulbrich, M. und Scholtz, H. (1966): Untersuchungen zum N-Stoffwechsel beim laktierenden Rind unter Verwendung von oral verabreichtem Harnstoff-¹⁵N. 5. Mitt. Zum Einbau von Harnstoff-N in Pansen-Bakterien und Protozoen. Arch.f.Tierern. 16, 325.
- Van Horn, H.H., Foreman, G.F. and Rodriguez, J.E. (1967): Effect of high-urea supplementation on feed intake and milk production of dairy cows. J.Dairy Sci. 50, 709.
- Van Horn, H.H. and Jacobson, D.R. (1971): Response of lactating cows to added increments of dietary protein and nonprotein nitrogen. J.Dairy Sci. 54, 379.
- Vestergaard Thomsen, K. (1972): Foderstofanalysen. Ugeskrift for agronomer og hortonomer 1, 316.
- Virtanen, A.I. (1963): Production of cows milk without proteins, using urea and ammonium-nitrogen as the source of nitrogen and purified carbohydrates as the sources of energy. Suomen Kemistelehti B36, 83.
- Virtanen, A.I. (1966): Milk production of cows on protein-free feed. Science 153, 1603.
- Virtanen, A.I. (1971): Protein requirements of dairy cattle. Artificial nitrogen sources and milk-production. Milchwissenschaft 26 (3), 129.
- Völtz, W., Dietrich, W. und Jantzon, H. (1922): Die Verwertung des Harnstoffs für die Milchleistung nach Versuchen an Kühen. Biochem.Z.130, 323.
- Waldo, D.R. (1968): Nitrogen metabolism in the ruminant. J.Dairy Sci. 51, 265.
- Walker, D.J. (1965): Energy metabolism and rumen microorganisms. I Physiology of Digestion in the Ruminant. Ed. R.W.Dougherty et.al. Butterworths, Washington.
- Ward, C.M., Huffman, C.F. and Duncan, C.W. (1955): Urea as a protein extender for lactating cows. J.Dairy Sci. 38, 298.
- Warren, K.S. (1962): Ammonia toxicity and pH. Nature 195, 47.
- Wegner, M.I., Booth, A.N., Bohstedt, C. and Hart, E.B. (1940): The "in vitro" conversion of organic nitrogen to protein by microorganisms from the cow's rumen. J. Dairy Sci. 23, 1123.
- Wegner, M.I., Booth, A.N., Bohstedt, C. and Hart, E.B. (1941): Preliminary observations on chemical changes of rumen ingesta with and without urea. J.Dairy Sci. 24, 51.
- Weiske, H., Schrodtt, M. und Dangel, S. (1879): Über die Bedeutung des Asparagins für die tierische Ernährung. Z.Biol. 15, 261.
- Weller, R.A. (1957): The amino acid composition of hydrolysates of microbial preparations from the rumen of sheep. Aust.J.Biol.Sci. 10, 384.

- Weller, R.A., Pilgrim, A.F. and Gray, F.V. (1962): Digestion of foodstuffs in the rumen of the sheep and the passage of digesta through its compartments. 3. The progress of nitrogen digestion. *Brit.J.Nutr.* 16, 83.
- Weston, R.H. and Hogan, J.P. (1967): The transfer of nitrogen from the blood to the rumen in sheep. *Aust.J.Biol.Sci.* 20, 967.
- Weston, R.H. and Hogan, J.P. (1968): Rumen ammonia in relation to characteristics of the diet and parameters of nitrogen metabolism. *Proc.Aust. Soc.Anim.Prod.* 7, 359.
- Whanger, P.D. and Matrone, C. (1965): Effect of dietary sulfur upon the fatty acid production in the rumen. *Biochem.et Biophysica Acta* 98, 454.
- Whelan, W.J. (1958): Starch and similar polysaccharides. I *Handbuch der Pflanzenphysiologie*, s. 154. W. Ruhland ed., Springer Verlag, Berlin.
- Whitelaw, F.C., Preston, T.R. and Dawson, C.S. (1961): The nutrition of the early-weaned calf. II. A comparison of commercial groundnut meal, heat treated groundnut meal and fish meal as the major protein source in the diet. *Anim.Prod.* 3, 127.
- Wiktorsson, H. (1971): Digestibility experiments with dairy cows consuming different quantities of concentrates. *J.Dairy Sci.* 54, 374.
- Willet, E.L., Henka, L.A. and Maruyama, C.(1946): The use of urea in rations for dairy cows under Hawaiian conditions. *J.Dairy Sci.* 29, 629.
- Woods, W.R. and Tillman, A.D. (1956): The effect of soybean meal ash or vitamin of the "B" complex group upon the growth of sheep receiving purified diets. *J.Anim.Sci.* 15, 1259.
- Zuntz, N. (1891): Bemerkungen über die Verdauung und den Nährwert der Cellulose. *Pflügers Arch.ges.Physiol.* 49, 483.
- Ørskov, E.R. and Oltjen, R.R. (1967): Influence of carbohydrate and nitrogen source on the rumen volatile fatty acids and ethanol of cattle fed purified diets. *J.Nutr.* 93, 222.
- Ørskov, E.R., Flatt, W.P. and Moe, P.W. (1968): Fermentation balance approach to estimate extent of fermentation and efficiency of volatile fatty acid formation in ruminants. *J.Dairy Sci.* 51, 1429.
- Ørskov, E.R. and Benzie, D. (1969): Studies on the oesophageal groove reflex in sheep and on the potential use of the groove to prevent the fermentation of food in the rumen. *Br.J.Nutr.* 23, 415.
- Ørskov, E.R. and Foot, M.H. (1969): The influence of caecal starch infusion in sheep on faecal output of nitrogen, starch and dry matter. *Abstr. Proc.Nutr.Soc.* 28, 31A.
- Ørskov, E.R., Fraser, C. and Kay, R.N.B. (1969): Dietary factors influencing the digestion of starch in the rumen and small and large intestine of early weaned lambs. *Br.J.Nutr.* 23, 217.
- Ørskov, E.R. (1970): Forskellige metoder til forbedring af proteinudnyttelsen hos drøvtyggere. *Ugeskr. f. Agronomer* 115, 264.

- Ørskov, E.R. and Fraser, C. (1970) Preliminary investigations into the amino acid requirement of young growing sheep. *Anim.Prod.* 12, 367.
- Ørskov, E.R., Fraser, C. and Course, E.L. (1970 a): The effect of feeding different protein supplements via the rumen or via the abomasum in young growing sheep. *Br.J.Nutr.* 24, 803.
- Ørskov, E.R., Fraser, C., Mason, V.C. and Mann, S.O. (1970 b): Influence of starch digestion in the large intestine of sheep on type of caecal fermentation, caecal microflora and on the faecal nitrogen excretion and composition. *Br.J.Nutr.* 24, 671.
- Ørskov, E.R., Fraser, C. and McDonald, I. (1971 a): Digestion of concentrates in sheep. 1. The effect of increasing the concentration of soya-bean meal in a barley diet on apparent disappearance of feed constituents along the digestive tract. *Br.J.Nutr.* 25, 225.
- Ørskov, E.R., Fraser, C. and McDonald, I. (1971 b): Digestion of concentrates in sheep. 2. The effect of urea or fish-meal supplementation of barley diets on the apparent digestion of protein, fat, starch and ash in the rumen, the small intestine and the large intestine, and calculation of volatile fatty acid production. *Br.J.Nutr.* 25, 243.
- Ørskov, E.R., Fraser, C. and McDonald, I. (1971 c): Digestion of concentrates in sheep. 3. Effects of rumen fermentation of barley and maize diets on protein digestion. *Br.J.Nutr.* 26, 477.
- Ørskov, E.R. (1972): Personlig meddelelse.
- Ørskov, E.R., Fraser, C. and McDonald, I. (1972): Digestion of concentrates in sheep. 4. The effects of urea on digestion, nitrogen retention and growth in young lambs. *Br.J.Nutr.* 27, 491.

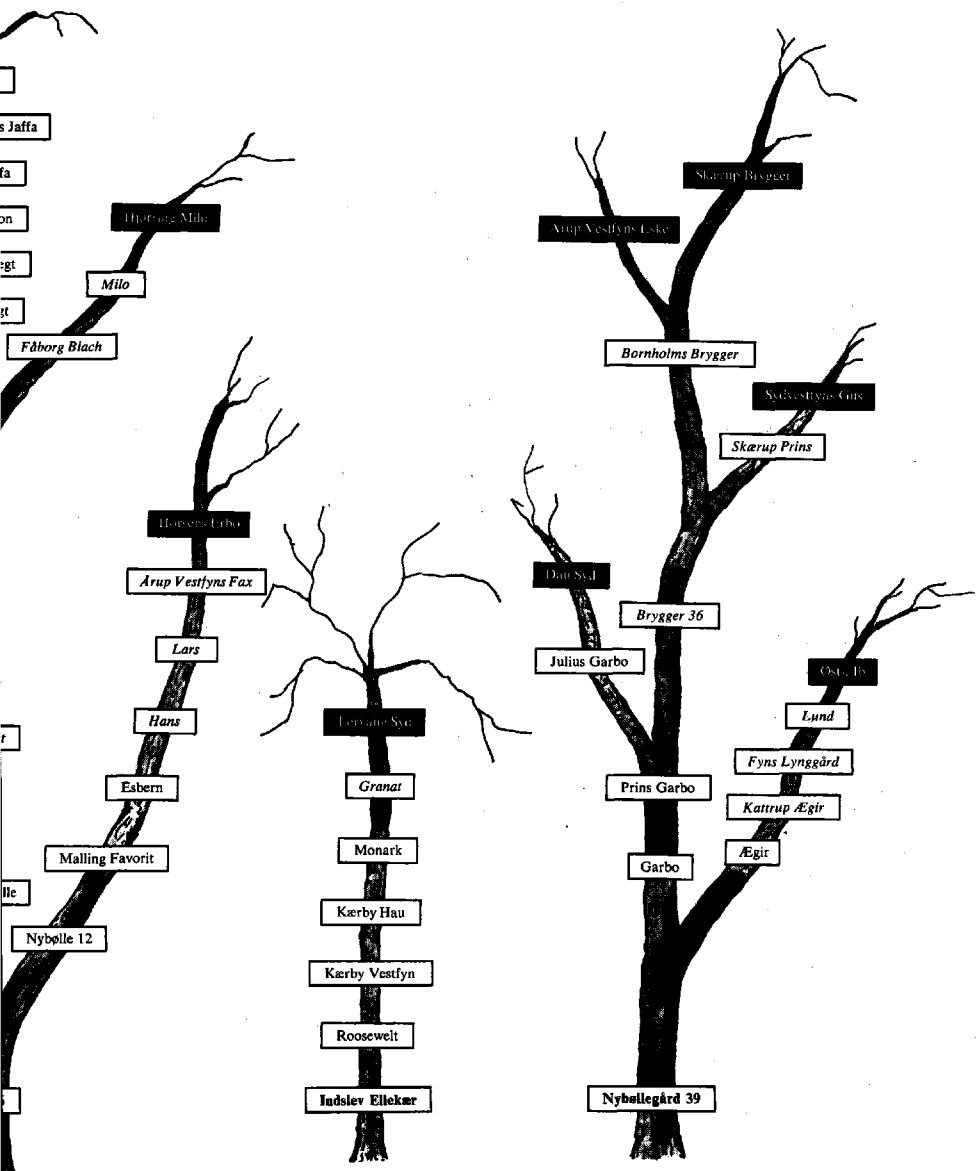




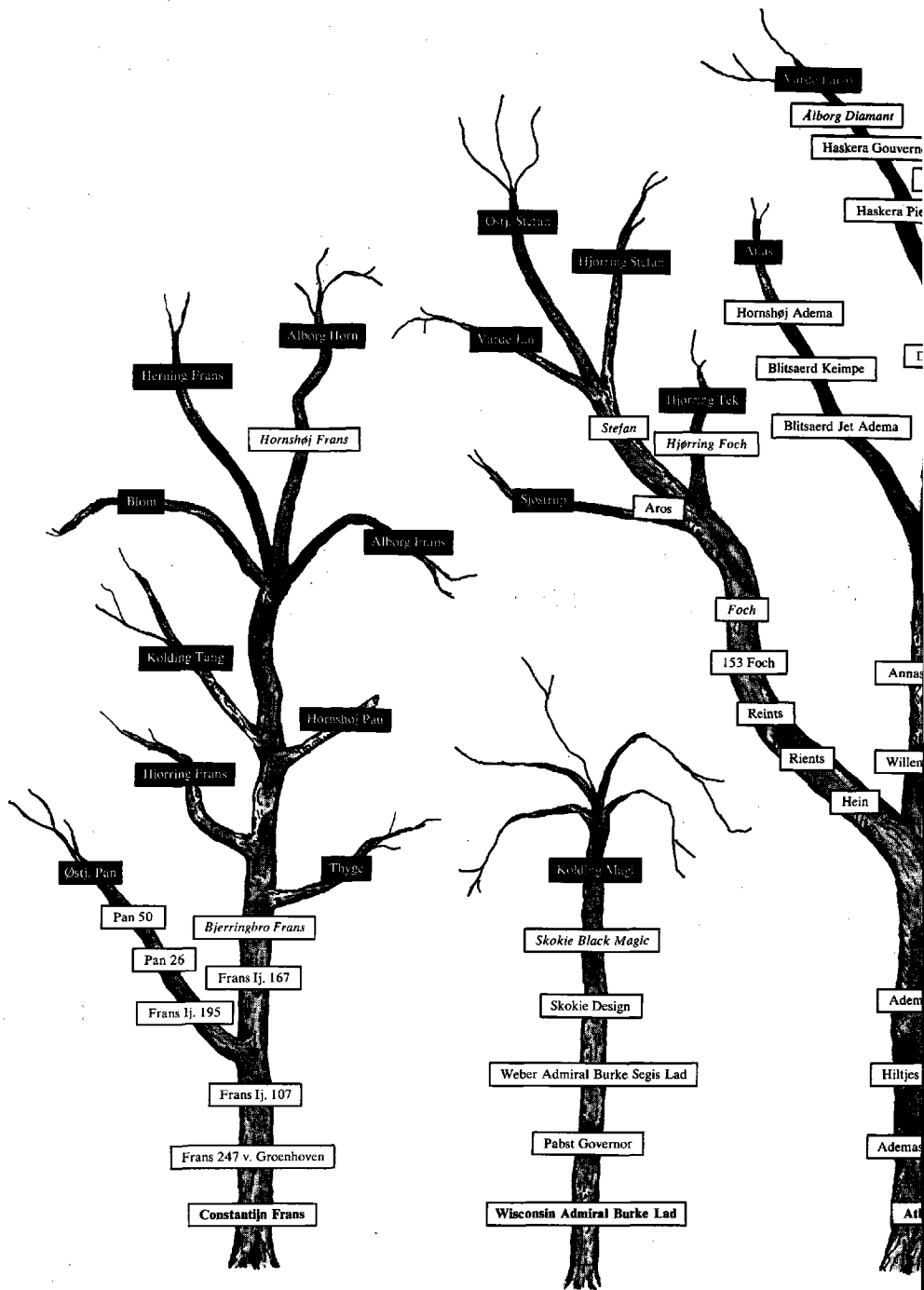


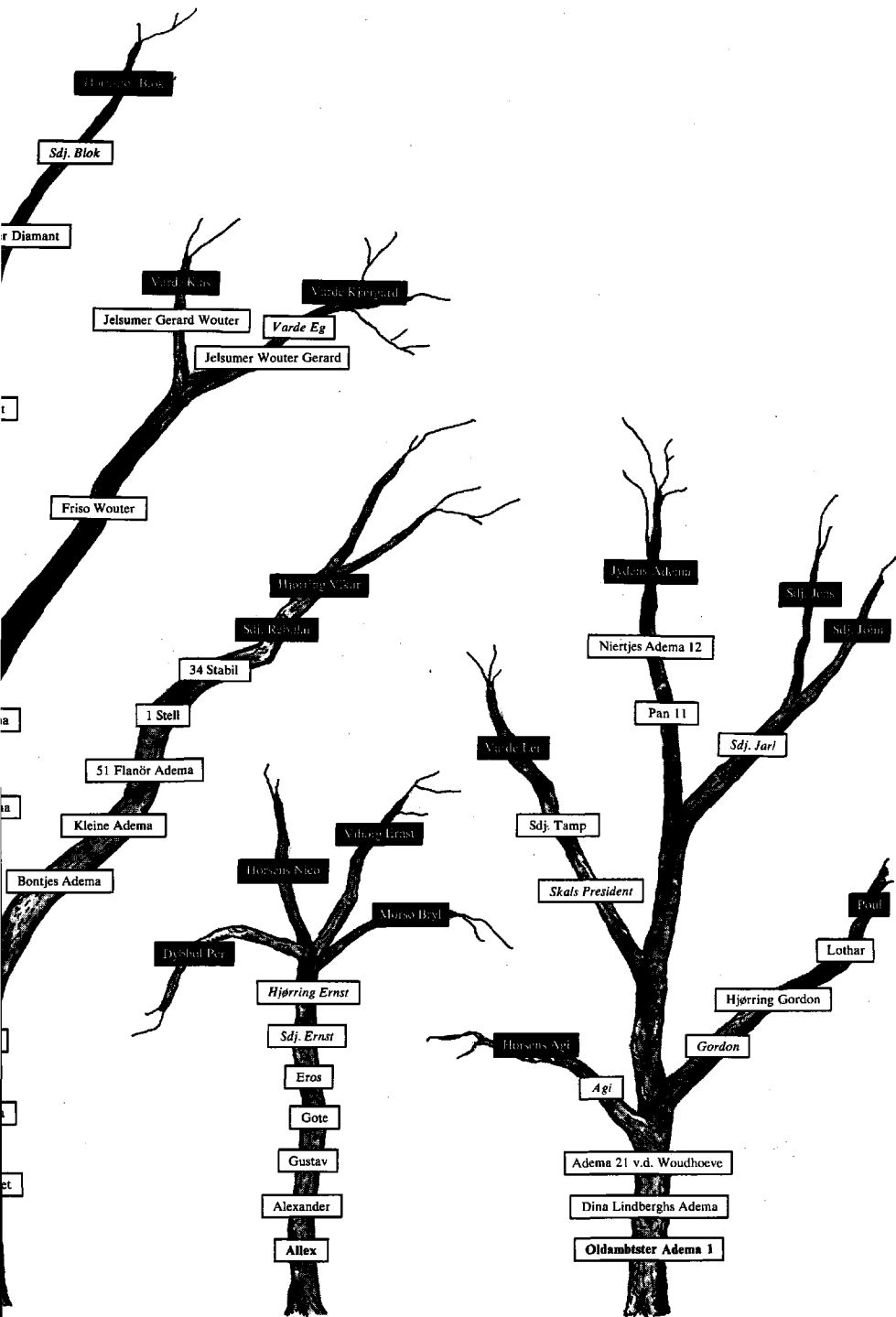
Stamtræer over de i årene 1971-72 og 1972-73 afkoms

ama



vede tyre af Jerseyracen (negativ skrift).





Øvede tyre af Sortbroget Dansk Malke race (negativ skrift).