



Energiniveau og fodringsstrategi til køer i goldperioden

II. Effekt på vommens slimhinde

*Energy level and strategy of feeding for dairy
cows in the dry period*

II. Effect on the ruminal mucosa

Jens Bech Andersen ¹⁾, Jakob Sehested ²⁾ og Ole Aaes ¹⁾,

Afd. for Forsøg med Kvæg og Får

²⁾ Den Kgl. Vetererinær- og Landbohøjskole, Institut- for Anatomi og Fysiologi

STATENS HUSDYRBRUGSFORSØG

Forskningscenter Foulum, Postboks 39, 8830 Tjele

Tlf. 89 99 19 00. Fax 89 99 19 19

Forskningscenter Bygholm, Postboks 536, 8700 Horsens

Tlf. 75 60 22 11. Fax 75 62 48 80

Statens Husdyrbrugsforsøg har til formål at gennemføre forskning samt indsamle og opbygge viden af betydning for erhvervsmæssigt husdyrbrug og jordbrugsteknik i Danmark. I forskningen skal der lægges vægt på ressourceudnyttelse, dyrevelfærd, *internt og eksternt miljø*, produkternes kvalitet og konkurrenceevne samt en hurtig og sikker formidling af resultaterne til brugerne.

Institutionen er opdelt i fem forskningsafdelinger samt et Centrallaboratorium, en Afdeling for Landbrugsdrift og et Sekretariat. Forskningsafdelingerne omfatter tre dyreartsorienterede afdelinger: Afd. for Forsøg med Kvæg og Får, Afd. for Forsøg med Svin og Afd. for Mindre Husdyr samt to tværdisciplinære afdelinger: Afd. for Dyrefysiologi og Biokemi samt Afd. for Jordbrugsteknik.

Husdyrforskningen finder fortrinsvis sted på Forskningscenter Foulum, mens den jordbrugstekniske forskning udføres på Forskningscenter Bygholm. Herudover har institutionen adgang til en række privat-/organisationsejede forsøgsstationer m.m.

Forskningsresultaterne publiceres i internationale videnskabelige tidsskrifter samt i publikationer udgivet af Statens Husdyrbrugsforsøg. Abonnement på Årsrapporter, Forskningsrapporter, Beretninger og Informationsblad kan tegnes ved direkte henvendelse til ovenstående adresse.

NATIONAL INSTITUTE OF ANIMAL SCIENCE

Research Centre Foulum, P.O. Box 39, DK-8830 Tjele

Tel. +45 89 99 19 00. Fax +45 89 99 19 19

Research Centre Bygholm, P.O. Box 536, DK-8700 Horsens

Tel. +45 75 60 22 11. Fax +45 75 62 48 80

The aim of the National Institute of Animal Science is to carry out research and accumulate knowledge of importance to animal husbandry and agricultural engineering. In the research great importance is attached to the utilization of resources, environment, animal welfare and to the quality and competitiveness of the agricultural products and a rapid and efficient dissemination of the results to the users.

The institute comprises five research departments: Dept. for Research in Cattle and Sheep, Dept. for Research in Pigs, Dept. for Small Farm Animals, Dept. for Animal Physiology and Biochemistry, and Dept. for Agricultural Engineering. Service departments include a Central Laboratory, a Department for Farm Management and Services, and a Secretariat.

The technical research takes place at Research Centre Bygholm. The research departments for animal sciences together with management and service departments are located at Research Centre Foulum.

Research results are published in international scientific journals and in publications from the National Institute of Animal Science. For suscription to reports and other publications please contact the above address directly.

Forskningsrapport nr. 23
fra Statens Husdyrbrugsforsøg

Report No. 23

from the National Institute of Animal Science, Denmark

Energiniveau og fodringsstrategi
til køer i goldperioden

II. Effekt på vommens slimhinde

*Energy level and strategy of feeding
for dairy cows in the dry period*

II. Effect on the ruminal mucosa

With English summary and subtitles

Jens Bech Andersen ¹⁾, Jacol Sehested ²⁾ og Ole Aaes ¹⁾,

¹⁾ Afd. for Forsøg med Kvæg og Får

²⁾ Den Kgl. Veterinær- og landbohøjskole, Institut- for Anatomi og Fysiologi

Forskningscenter Foulum 1994

Manuskriptet afleveret august 1994

Trykt i Frederiksberg Bogtrykkeri a.s 1994

Indholdsfortegnelse

	Side
Sammendrag	5
Summary	6
1 Indledning	7
2 Materiale og metode	8
2.1 Forsøgsplan og forsøgsdyr	8
2.2 Fodring	9
2.3 Fodermidlernes kemiske sammensætning og foderværdi	10
2.4 Undersøgelse af vommens slimhinde fra atrium	10
2.4.1 Slagtning og sektionsteknik	10
2.4.2 Makroskopisk undersøgelse	11
2.4.3 Tørvægt	12
2.4.4 Histologiske undersøgelser	12
2.5 Statistiske metoder	13
3 Resultater	14
3.1 Forsøgets gennemførelse	14
3.2 Overordnet kvalitativ histologisk beskrivelse	14
3.3 Tørvægt	15
3.4 Morfometrisk måling af lamina epithelialis	15
3.5 Makroskopisk beskrivelse af vommens slimhinde	15
4 Diskussion	17
4.1 Aktivitet og vækst i vommens slimhinde	17
4.2 Patologiske tilfælde	18
5 Konklusion	19
Anerkendelser	19
Litteratur	20
Appendiks A: Ordliste	23
Appendiks B: Table 4 (engelsk oversættelse)	24
Appendiks C: Table 5 (engelsk oversættelse)	25
Appendiks D: Table 6 (engelsk oversættelse)	26

Contents

	Page
Danish summary	5
Summary	6
1 Introduction	7
2 Material and method	8
2.1 Treatment and experimental animals	8
2.2 Feeding	9
2.3 Chemical composition in feeds and their feeding value	10
2.4 Examination of the ruminal mucosa from the atrium rumenitis	10
2.4.1 Slaughtering of the animals and section technique of the rumen	10
2.4.2 Macroscopical examination	11
2.4.3 Dry weight	12
2.4.4 Histological examination	12
2.5 Statistical methods	13
3 Results	14
3.1 Carrying out of the experiment	14
3.2 Overall qualitative histological description	14
3.3 Dry weight	15
3.4 Morphometrical measurement of lamina epithelialis	15
3.5 Macroscopical description of the ruminal mucosa	15
4 Discussion	17
4.1 Activity and growth of the ruminal mucosa	17
4.2 Pathological observations	18
5 Conclusion	19
Acknowledgement	19
References	20
Appendix A: List of words	23
Appendix B: Table 4 (English translation)	24
Appendix C: Table 5 (English translation)	25
Appendix D: Table 6 (English translation)	26

Sammendrag

Formålet med nærværende forsøg var at undersøge om fodringsstrategi (+/- syretræning) på forskelligt energiniveau i goldperioden hos malkekøer påvirker aktiviteten og væksten i vommens slimhinde. I en 8 ugers forsøgsperiode indgik 16 SDM køer i et 2 x 2 faktorielt design med to energiniveauer (N og H) med eller uden syretræning (+ og -) de sidste 4 uger af forsøgsperioden. Ved afslutning af forsøgsperioden blev kørerne slagtet, og atriumområdet i vommene undersøgt makroskopisk og histologisk. Vommens slimhinde hos syretrænede køer havde en tendens til en øget

grad af hyperplasi/hypertrofi, acantose og rete-pegdannelser i vommens slimhinde. Der blev ikke registreret makroskopiske forskelle (papilformer og tørvægt af vommens slimhinde) i vommens slimhinde mellem syre- og ikke syretrænede køer. Makroskopiske samt histologiske undersøgelser viste ingen tegn på en patologisk effekt af syretræning på vommens slimhinde. Det konkluderes, at syretrænede køer havde en tendens til en øget aktivitet i vommens slimhinde (på cellulært niveau) uden klare makroskopiske forskelle i vommens slimhinde.

Nøgleord: Goldperiode, syretræning, energiniveau, vommens slimhinde, vompatologi, aktivitet, vækst.

Summary

The aim of this experiment was to examine the feeding strategy (+/- a daily ruminal "SCFA burst") at different energy level in the dry period on activity and growth in the ruminal mucosa. Sixteen Black and White Danish dairy cows (RDM) were tested in an 8 weeks period on two different energy levels (N and H) with or without a daily ruminal "SCFA burst" (+ and -) the last 4 weeks of the trial. The cows were slaughtered at the end of the period and the rumen was examined macroscopically and histologically in the atrium area. The ruminal mucosa of cows with a

daily ruminal "SCFA burst" had a tendency to higher degree of hyperplasia, acanthosis and rete-peg formations. There were no macroscopical differences (structure of papilla and dry weight of the ruminal mucosa) between cows. There were no patho-anatomical effects of a daily ruminal "SCFA burst" on the ruminal mucosa (histological and macroscopical). It is concluded that cows treated with a daily ruminal "SCFA burst" had a tendency to an increased activity in the ruminal mucosa (histological) without any macroscopical effect.

Keywords: Dry period, "SCFA burst", energy level, bovine ruminal mucosa, rumen pathology, activity, growth.

1 Indledning

Intensiv selektion og genimport har på ca. 30 år skabt malkekøer med en høj mælkeproduktion. Sideløbende hermed er der i forsknings- og rådgivningssektorerne udfoldet store bestræbelser på at udvikle foderrationer og fodringsstrategier, der tilfredsstiller de højtydende køers behov for energi- og næringsstoffer. Den højtydende ko's dilemma (Sejrsen & Neimann-Sørensen, 1982) er imidlertid, at selv om både mælkeydelsen og foderoptagelsen stiger efter kælvning, så vil foderoptagelsen først nå sit maksimum nogle uger efter laktationskurven har nået sit toppunkt. Omsætning af foderet og absorption af energi- og næringsstoffer i vommen fremhæves i litteraturen som en af flere faktorer, der er bestemmende for køernes foderoptagelseskapacitet i tidlig laktation.

I slutningen af 1980'erne introduceredes en goldfodringsstrategi (syretræning), som skulle hjælpe koen til at kunne klare en højere energioptagelse i tidlig laktation (Nørgaard, 1988, 1989). Princippet i syretræningen er, at koen tildeles et foder i de sidste 3-4 uger af goldperioden, der giver en øget produktion af propionat og butyrat i vomvæsken i et kort tidsrum af døgnet (syreboom). En øget koncentration af butyrat og propionat i vomvæsken (Flatt et al., 1958, 1959; Sander et al., 1959; Fell & Weekes, 1975; Sakata & Tamate, 1979) og specielt fluktuationer gennem døgnet i butyratkoncentrationen (Sakata & Tamate, 1978a) vil øge aktiviteten og væksten i vommens slimhinde. Ifølge Nørgaard (1988, 1989) forventes syretræning således gradvist at øge aktiviteten i vommens slimhinde og derved bewirke en fremvækst af flere, længere og kraftigere vompapiller gennem syretræningsperioden. En større overflade af vommens slimhinde øger absorptionskapacitet for VFA i den efterfølgende laktation (Dirksen et al., 1984a, 1984b, 1992; Fell

& Weekes, 1975; Liebich et al., 1982, 1984, 1987; Mayer & Liebich, 1980; Mayer et al., 1986). En større absorptionskapacitet for VFA ved kælvning vil, gennem en hurtigere fjernelse af VFA fra vomvæsken, medføre at koen får et mere stabilt vommiljø, og derved mulighed for en større tolerance for en hurtigere optrapning af kraftfoder samt en større foderoptagelse. Syretrænede køer vil derved have en bedre mulighed for at modstå det store energikrav til mælkeproduktionen i den tidlige laktation.

Fodringsinducerede ændringer i vommens slimhinde er hurtigst og mest udtalt i atrium (vommens forkammer). Atrium repræsenterer ligeledes vommens mest homogene område og de generelle tilstande i resten af vommen (Flatt et al., 1958; Jensen, 1988; Mgas, 1991; Schnorr & Vollmerhaus, 1966). Der er ikke tidligere publiceret resultater vedrørende syretræningens effekt på vommens slimhinde.

Formålet med nærværende forsøg var at undersøge, om syretræning på forskelligt energiniveau i de sidste 4 uger af goldperioden har en makroskopisk og/eller histologisk effekt på aktiviteten og væksten i vommens slimhinde.

I forbindelse med forsøget blev der yderligere udført in vitro absorptionsmålinger af butyrat og Na⁺ på vommens slimhinde fra forsøgskøerne (Sehested et al., 1994).

Der er endvidere gennemført et produktionsforsøg efter samme forsøgsdesign i goldperioden som nærværende forsøg. Dette forsøg er beskrevet i Forskningsrapport nr. 22, og behandler virkning af energiniveau og syretræning i goldperioden på mælkeproduktion, foderoptagelse og tilvækst i den efterfølgende tidlige laktation er undersøgt (Aaes et al., 1994).

2 Materiale og metode

2.1 Forsøgsplan og forsøgsdyr

På Forskningscenter Foulum blev der i 1992 igangsat forsøg vedrørende effekten af syretræning på forskelligt energiniveau på vommens slimhinde. Idet køerne skulle slagtes ved forsøgets afslutning, blev der, ud fra økonomiske og etiske overvejelser, anvendt ikke drægtige udsætterkøer. Fodringsinducerede ændringer i vommens slimhinde er da også ens for drægtige og ikke drægtige køer (Dirksen et al., 1984; Liebich et al., 1982, 1984, 1987; Mayer et al., 1986; Ahrens et al., 1988).

Forsøget blev udført som et 2 x 2 faktorielt forsøg i en 8 ugers forsøgsperiode med to energiniveauer (N og H) med eller uden syretræning (+

og -) de sidste 4 uger af forsøgsperioden (tabel 1). I forsøget indgik 16 ikke drægtige SDM køer. Køerne blev blokket efter laktationsnummer og vægt og fordelt tilfældigt på 4 hold. Køerne var opstaldet i en traditionel bindestald med krybbeadskillelse og fodret individuelt. Som strøelse anvendtes finsnittet halm (ca. 1 kg/ko/dag). Ved forsøgsperiodens afslutning slagtedes køerne og vommene blev undersøgt makroskopisk og histologisk. Køerne blev vejjet ved indsættelse i forsøget og derefter hver uge i forsøgsperioden samt ved slagtning. Sygdomme blev behandlet af en praktiserende dyrlæge og registreret. De sidste køer afsluttede forsøget i november 1992.

Tabel 1 Forsøgsplan med fodringsstrategi og energiniveau.
Experimental plan.

Hold Group	Forsøgsperiode, uger fra slagtning <i>Trial, weeks form slaughter</i>		
	Periode 1 -8 til -5	Periode 2 -4 til -2	Periode 3 -1 til slagtning
N-	Normfodring <i>Standard feeding</i> 5,5 FE	Normfodring <i>Standard feeding</i> 6,5 FE	Optrapning med kraftfoder <i>Increased concentrate ratio</i> 8,0 FE
N+	Normfodring <i>Standard feeding</i> 5,5 FE	Normfodring og syretræning <i>Standard feeding and a daily ruminal "SCFA burst"</i> 6,5 FE	Optrapning med grovfoder og syretræning <i>Increased roughage ratio and a daily ruminal "SCFA burst"</i> 8,0 FE
H-	Normfodring <i>Standard feeding</i> 5,5 FE	Højt foderniveau <i>High energy feeding</i> 10,0 FE	Samme som periode 2 <i>Same as for period 2</i> 10,0 FE
H+	Normfodring <i>Standard feeding</i> 5,5 FE	Højt foderniveau og syretræning <i>High energy feeding and a daily ruminal "SCFA burst"</i> 10,0 FE	Samme som periode 2 <i>Same as for period 2</i> 10,0 FE

FE = Feed units for cattle (Weisbjerg & Hvelplund, 1992)

2.2 Fodring

Køerne blev fodret med græsensilage, valset og pelleteret byg, kraftfoderblanding og mineralblanding efter planen anført i tabel 2. Variationer i ensilagens indhold af tørstof og fordøjelighed blev gennem forsøgsperioden minimeret ved at blande ensilage fra forskellige siloer. Alle tildelinger af foder registreredes. Før hver morgenfodring blev foderrester tilbagevejet og registreret. Der er ikke foretaget analyser af de tilbagevejede foderrester.

Tre dage inden start af periode 1 blev køerne goldet ved, at de tildeltes halm ad libitum samt meget lidt græsensilage. I periode 1 (ugerne -8 til -5) tildeltes alle køerne 5,5 FE dagligt, hvilket svarer til en gennemsnitlig dansk fodernorm for goldkøer (Strudsholm et al., 1992b). I periode 2 (ugerne -4 til -2) tildeltes køerne på hold N- og N+ 6,5 FE dagligt, mens køerne på hold H- og H+ tildeltes 10 FE dagligt.

Tabel 2 Foderplan.
Feeding plan.

Periode <i>Period</i> (Uger fra slagt.) <i>(Weeks from slaughter)</i>	Foder ¹⁾ <i>Feedstuff ¹⁾</i>	Hold <i>Group</i>	Daglig tildeling <i>Daily allowance</i>		Udfodring <i>Feeding</i>	
			FE - FU ²⁾	Kg tørstof <i>Kg DM</i>	Frekvens/dag <i>Frequency/day</i>	Tidspunkt <i>Time of the day</i>
1 (-8 til -5)	Ensilage <i>Silage</i>	N-	5,5	7,0	2	8.00 + 15.00
		N+	5,5	7,0	2	8.00 + 15.00
		H-	5,5	7,0	2	8.00 + 15.00
		H+	5,5	7,0	2	8.00 + 15.00
2 (-4 til -2)	Ensilage <i>Silage</i>	N-	5,5	7,0	2	8.00 + 15.00
		N+	2,0	2,6	1	15.00
		H-	6,5	8,5	2	8.00 + 15.00
		H+	5,5	7,0	1	15.00
	Valset pelleteret byg <i>Rolled pelleted barley</i>	N-	0	0	0	
		N+	4,5	3,9	1	8.00
		H-	0	0	0	
		H+	4,5	3,9	1	8.00
	Kraftfoderblanding <i>Concentrate mix</i>	N-	1,0	0,8	2	8.00 + 15.00
		N+	0	0	0	
		H-	3,5	2,8	2	8.00 + 15.00
		H+	0	0	0	
3 (-1 til slagtning)	Ensilage <i>Silage</i>	N-	6,0	7,8	2	8.00 + 15.00
		N+	3,0	3,9	1	15.00
		H-	6,5	8,5	2	8.00 + 15.00
		H+	5,0	6,5	1	15.00
	Valset pelleteret byg <i>Rolled pelleted barley</i>	N-	0	0	0	
		N+	4,0	3,5	1	8.00
		H-	0	0	0	
		H+	4,0	3,5	1	8.00
	Kraftfoderblanding <i>Concentrate mix</i>	N-	2,0	1,6	2	8.00 + 15.00
		N+	1,0	0,8	1	15.00
		H-	3,5	2,8	2	8.00 + 15.00
		H+	1,0	0,8	1	15.00

¹⁾ I alle perioderne tildeltes dagligt pr. ko 100 g mineralblanding (type 3) (Strudsholm et al., 1992b).

¹⁾ In all periods 100 g mineral mix per cow daily was administered.

²⁾ FU = feed units for cattle (Weisbjerg & Hvelplund, 1992).

Holdene uden syretræning (N- og H-) fik kraftfoder og ensilage fordelt over morgen- og eftermiddagsfodringen. De syretrænede køer (hold N+ og H+) fik derimod hele den daglige mængde valset pelleteret byg tildelt ved morgenfodringen, mens hele den daglige ensilageration tildeltes ved eftermiddagsfodringen.

I periode 3 (1 uge før slagting) blev kørerne vænnet til foderet i laktationsperioden (se Aaes et al., 1994). Syretræningen på hold N+ og H+ blev fortsat.

2.3 Fodermidlernes kemiske sammensætning og foderværdi

Hver uge blev der udtaget en prøve af byg og kraftfoderblandingen. Hver 4. uge samledes prøverne, der blev analyseret for indholdet af kvælstof (N), fedt, træstof, sukker og let hydrolyserbare kulhydrater (LHK) efter standardmetoder ved Forskningscenter Foulum (Anonym, 1992). Hver uge blev der foretaget en tørstofbestemmelse på græsensilagen. Fra de benyttede ensilagesiloer blev der hver uge udtaget prøver til en samleprøve, som i lighed med byg og kraftfoderblandingen blev analyseret hver 4. uge. Af græsensilagen blev der endvidere udtaget prøver til bestemmelse af fordøjelighed hos får. Nettoenergiindholdet (FE) i foderet er beregnet efter metoder beskrevet af Weisbjerg & Hvelplund (1993). For kraftfoder er der anvendt standardværdier for fodermidlernes fordøjelighed og proteinindbrydning i vommen (Strudsholm et al., 1992a). For græsensilage er

den aktuelle fårefordøjelighed anvendt. De anvendte fodermidlers tørstofindhold og nettoenergiindhold er angivet i tabel 3.

2.4 Undersøgelse af vommens slimhinde fra atrium

De makroskopiske og histologiske undersøgelser i atrium er baseret på forskellige metoder til beskrivelse af aktivitet og vækst i vommens slimhinde. I nærværende forsøg er vommens slimhinde fra atrium benyttet som referenceområde til en generel beskrivelse af tilstande i hele vommen. Forklaring på specialudtryk er givet i appendiks A.

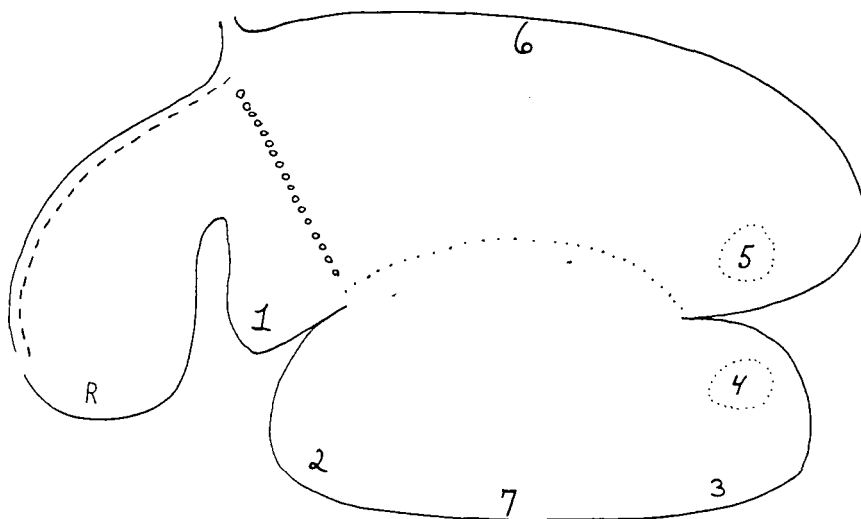
2.4.1 Slagtning og sektionsteknik

Slagtingerne gennemførtes på Forskningscenter Foulums forsøgsslagteri. Slagtingerne blev udført således, at der maksimalt gik 15 minutter, fra dyrene blev skudt, til mave-tarmsystemet var taget ud af kørerne. Vom og netmave blev dissekeret fra resten af mave-tarmsystemet ved overgangen til bladmaven. Vommen blev placeret på højre side, og netmaven blev åbnet i en buet linie fra bladmavens åbning til spiserørets indgang i vommen. Herefter blev der i vommen skåret en skrå bue fra bageste vompille til den forreste vompille. Snittet sluttede ved den forreste vompille, og blev forbundet med et snit fra spiserørets indgang (figur 1) (Jensen, 1988). Vommen blev tømt for indhold og skyllet/vasket i vand, hvorefter den transporteret til laboratoriet for videre undersøgelse.

Tabel 3 Fodermidlernes gennemsnitlige tørstofindhold og nettoenergiindhold (FE).
Average chemical composition and net energy content (FU) of the feedstuffs.

Fodermiddel <i>Feedstuff</i>	% af tørstof % of DM					FE/kg ts FU/Kg DM ¹⁾
	Råprotein <i>Crude protein</i>	Råfedt <i>Crude fat</i>	NFE <i>NFE</i>	Træstof <i>Crude fibre</i>	Sukker og stivelse <i>Sugar and starch</i>	
Græsensilage <i>Grass silage</i>	16,1	2,9	43,4	28,9	8,3	0,80
Valset og pelleteret byg <i>Barley</i>	12,4	3,1	78,0	4,5	63,9	1,18
Kraftfoderblanding <i>Concentrate mix</i>	26,3	8,4	53,8	6,5	36,6	1,24

¹⁾ FU = Feed Unit for cattle (Weisbjerg & Hvelplund, 1992)



Figur 1 Åbning af vommen og anatomiske stedbetegnelser . R; reticulum (netmave). Første snit: ----. Andet snit: Tredie snit:
 1: atrium. 2: ventral kranialt. 3: ventral kaudalt. 4: ventral blindsæk. 5: dorsal blindsæk. 6: dorsal median. 7: ventral median.
 Section of the rumen and its anatomy.

Tabel 4 System til makroskopisk beskrivelse af vomvæggen.
 System to describe the rumen mucosa macroscopically (see Appendix B for English translation).

Karakter	Synlige patologiske tilfælde i atrium	Papilform
0	Normal	NA
1	Let sammenklumpning eller sammenfiltrering af papiller på små lokaliserede områder	Kort og slank eller spids
2	Moderat sammenklumpning af papiller på mange små steder +/- nekrose* eller hyperæmi* på spidserne	Kort og bladagtig
3	Alvorlig sammenklumpning af papiller +/- nekroser* eller hyperæmi* på spidserne	Lang og slank
4	Meget alvorlig sammenklumpning med nekroser* eller hyperæmi* generelt	Lang og bladagtig

NA = ikke anvendelig for karaktergivning.

* Se Appendiks A

2.4.2 Makroskopisk undersøgelse

Den makroskopiske undersøgelse af vommens slimhinde fra atrium beskriver papilformer i atrium og synlige patologiske tilfælde på 7 standardi-

serede positioner (figur 1). Til den makroskopiske beskrivelse blev der anvendt et pointsystem efter Mgas (1991) (tabel 4). For parameterens synlige patologiske tilfælde blev der afgivet karakterer fra

0 - 4. Karakteren 0 gives for en normal vom uden synlige patologiske tilfælde, og karakteren 4 for en vom med høj grad af synlige patologiske tilfælde (patologisk vom). For papilformen blev der afgivet karakterer fra 1 - 4. Karakteren 1 gives for en kort og slank/spids papil. Karakteren 2 gives for en kort og bladagtig papil. Karakteren 3 gives for en lang og slank papil. Karakteren 4 gives for en lang og bladagtig papil. Undersøgelserne blev foretaget i den nyåbnede vom ved, at to personer observerede og diskuterede, inden karakteren blev afgivet.

Efter karaktergivning af de 6 standardiserede positioner blev der fra atrium udvalgt et stykke vomvæg på 10 x 10 cm (I) og et stykke vomvæg på 2 x 5 cm (II). Stykkerne I og II repræsenterede gennemsnittet af papilformerne i atrium. Stykket I blev lagt på serosasiden på en baggrund med indlagt centimeterskabelon. Stykket II blev op-
hængt med papillerne nedad i et stativ med indlagt centimeterskabelon. Stykkerne I og II blev fotograferet for at kunne beskrive længde og bredde af en standardpapil. Papilformen i atrium blev herefter endelig bestemt, dels efter registreringerne på slagtedagen, og dels efter vurdering af fotografier af stykkerne I og II.

2.4.3 Tørvægt

Til tørvægtsbestemmelse blev der udtaget et 5 x 5

cm stykke vomvæg fra atrium. Slimhindelaget (vommucosaen, se Appendiks A) skiltes manuelt fra den underliggende muskulatur (stribning). Slimhindelaget blev tørret et døgn ved 90°C, hvorefter det blev ækvilibreret i et døgn ved stuetemperatur (Jensen, 1988). Atriumvægten angives i mg/25 cm². Tørvægt af vommens slimhinde er et indeks for overfladevækst i vommens slimhinde, dvs. antal og størrelse af vompapiller (Fell & Weekes, 1975; Mgasa, 1991; Schnorr & Vollmerhaus, 1966).

2.4.4 Histologiske undersøgelser

Der blev udtaget 3 stykker vomvæg (3 x 1,5 cm) fra atrium. Disse blev skyllet grundigt i koldt, rindende vand og derefter skyllet let i en fysiologisk NaCl-opløsning inden fiksering i glas med formalin (Neutral buffer formaldehyd 4%). To timer senere blev vævene snittet i mindre stykker à 0,4 x 2,0 cm, og formalinen blev udskiftet. En til to måneder senere blev vævet dehydreret og nedstøbt i paraffin efter traditionelle metoder (Jensen, 1988) og efterfølgende snittet i stykker (vævssnit) af 4 - 6 µm samt farvet med hæmatoxylin og Eosin. Ved hjælp af lysmikroskopi blev vommens slimhinde fra atrium underlagt en generel og overordnet kvalitativ histologisk bedømmelse samt en morfometrisk måling af lamina epithelialis (se Appendiks A).

Tabel 5 System til overordnet kvalitativ histologisk bedømmelse af vomvæggen fra atrium.
System to overall qualitative histological description of the ruminal mucosa from atrium (see appendix C for English translation).

Parametre til overordnet kvalitativ histologisk beskrivelse af vomvæggen	
Normale evolutionsfund (a)	Pato-anatomiske fund (b)
- Hyperplasi/hypertrofi*	- Celleinfiltrationer i lamina propria
- Acanthose	- Granulocytter, lymfocytter (lymfekarre- ne)*
- Rete-peg dannelser*	- Mikroabscesser i vommens slimhinde*
- Keratinisering	

Karaktergivning:

Bedømmelsen af a og b er foretaget efter en skala med 4 grader (A, B, C og D). A vurderes som den mindste grad og D som højeste grad af tilstanden ved sammenligning af forsøgskørerne.

* Se Appendiks A

Ved den overordnede kvalitative histologiske bedømmelse blev der beskrevet normale evolutionsfund samt pato-anatomiske forandringer i vævet (tabel 5). Normale evolutionsfund er en samling af parametre, som fremkommer ved en normal vækst i cellelagene i vommens slimhinde (Fell & Weekes, 1975; Sakata & Tamate, 1978b, 1979; Gálfi et al., 1991). Pato-anatomiske forandringer, som er observeret ved undersøgelsen af vævssnittet. Der blev afgivet karakterer fra A - D, således at karakteren A er mindste grad og D højeste grad af tilstanden ved sammenligning af forsøgskørerne.

Den morfometriske måling blev foretaget på et vævssnit pr. ko ved hjælp af en tilfældig udvælgelse af steder (random test system) i lamina epithelialis til måling af cellelagshøjden. Der blev således ved en systematisk gennemgang af vævsstykkerne fra atrium, ved hjælp af et indlagt regelmæssigt punktmønster, tilfældigt udvalgt 75 steder til måling af cellelagshøjden i lamina epithelialis (model modificeret efter Gundersen et al., 1988). Målingerne blev foretaget vinkelret fra slutningen af stratum corneum (lumen siden) (se Appendiks A) til bunden af stratum basale (se Appendiks A).

2.5 Statistiske metoder

Den statistiske bearbejdning af energiniveauets og syretræningens effekt på fordelingen af karakter-

ne for parametrene for sammenklumpning af papiller, overordnet kvalitativ histologisk bedømmelse og papilform blev foretaget ved en χ^2 -test med nulhypotesen: ingen effekt af goldfoderbehandlingerne. Resultaterne er angivet som frekvens af karaktererne på enkeltparametrene.

De statistiske analyser af tørvægten af vommens slimhinde og gennemsnittet af morfometriske målinger af lamina epithelialis, blev foretaget ved anvendelse af GLM proceduren i SAS (SAS Institute Inc., 1989) med benyttelse af følgende model:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + N_j + (S \times N)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

hvor

Y_{ijk} = den analyserede egenskab (afhængig variable).

μ = gennemsnit af alle observationer.

S_i = systematisk virkning af syretræning $\{i = +, -\}$.

N_j = systematisk virkning af energiniveau $\{j = N, H\}$.

$(S \times N)_{ij}$ = vekselvirkning mellem syretræning og energiniveau $\{ij = N-, N+, H-, H+\}$.

ϵ_{ijk} = tilfældig restvariation $\{ijk\}$.

Resultaterne er angivet som mindste kvadraters gennemsnit.

3 Resultater

3.1 Forsøgets gennemførelse

Forsøgsplanen er under forsøget fulgt uden afvigelser. Ved slagting af en ko fra hold H- blev der konstateret et stort betændt sår på forreste vompille (overgang fra atrium til ventral kraniale vomsæk). Vommens slimhinde fra atrium var tydeligt præget af såret, og koen udgik af forsøget, da såret ikke kunne stamme fra forsøgsbehandlingen.

3.2 Overordnet kvalitativ histologisk beskrivelse

Resultaterne fra den kvalitative bedømmelse af vommens slimhinde fra atrium er præsenteret i tabel 6.

Kørne på hold N- viste alle en lav grad af hyperplasi og acantose, lav grad af rete-peg dan-

nelser og ingen tegn på øget keratinisering. Alle kørne på hold N- fik karakteren B for normale evolutionsfund, og blev således vurderet til at have den mindste vækst i vommens slimhinde af forsøgskørerne. Kørne på hold N+ havde en udbredt grad af hyperplasi og acantose samt flere rete-peg dannelser og havde større keratiniseringsgrad end kørne på hold N-. På hold N+ fik 3 kør karakteren C og 1 ko karakteren D for normale evolutionsfund. Kørne på hold N+ havde således en større aktivitet/vækst i vommens slimhinde end kørne på hold N-. Der var en stor variation mellem kørne på hold H- ved den histologiske bedømmelse af normale evolutionsfund. Hold H- havde således 1 ko med lav- (A), 1 ko med lettere øget- (B) og 1 ko med udbredt øget aktivitet/vækst (C) i vommens slimhinde.

Tabel 6 Overordnet kvalitativ histologisk beskrivelse af vommens slimhinde afhængig af energiniveau og fodringsstrategi til goldkør.

Overall qualitative histological description of ruminal mucosa of the atrium as an effect of energy level and feeding strategy for dry cows (see appendix D for English translation).

Hold	Overordnet kvalitativ histologisk beskrivelse af vommens slimhinde (Tal og bogstav i parentes angiver frekvens og grad af fund)	
	Normale evolutionsfund (a)	Pato-anatomiske fund (b)
N-	Mindste vækst. Lav grad af hyperplasi samt acantose. Rete-peg dannelser forekommende, dog ikke udbredt. Ingen tegn på øget keratinisering. (4xB)	Ingen tegn på pato-anatomiske forandringer. Lav grad af celleinfiltrationer i lamina propria hos to kør. (2xA, 2xB)
N+	Største vækst. Udbredt grad af hyperplasi, acantose samt rete-peg dannelser. Større forekomst af keratinisering i stratum corneum. (3xC, 1xD)	Ingen tegn på pato-anatomiske forandringer. Lettere grad af celleinfiltrationer i lamina propria samt forekomst af granulocytter, lymfocytter og microabscesser i forbindelse med en øget dilatation af lymfekarrene. (1xB, 2xC, 1xD)
H-	Stor variation og ingen generel tendens. (1xA, 1xB, 1xC)	Hos to kør fandtes ingen tegn på pato-anatomiske forandringer. En enkelt ko viste samme tendens som for hold N+. (2xA, 1xC)
H+	Som for hold N+ (1xB, 3xC)	Samme fund som hos hold N+. (1xA, 2xB, 1xC)
Sign.	NS	NS

NS: $P \geq 0.05$.

Kørne på hold H+ viste samme tendens til større aktivitet/vækst i vommens slimhinde som hos kørne på hold N+.

Ved den pato-anatomiske bedømmelse blev der på hold N- fundet to kører med en lav grad af celleinfiltrationer i lamina propria. På hold N+ blev der ligeledes konstateret celleinfiltrationer i lamina propria samt en øget forekomst af hvide blodlegemer og mikroabsesser i forbindelse med en øget dilatation af lymfekarrene. På hold H- havde to af kørne ingen pato-anatomiske forandringer i vommens slimhinde, hvorimod en ko viste samme tendens for pato-anatomiske forandringer som beskrevet for kørne på hold N+. Tre kører på hold H+ viste samme tendens som kørne på hold N+.

3.3 Tørvægt

Resultaterne fra tørvægtsbestemmelsen af vommens slimhinde fra atrium er præsenteret i tabel 7. Atriumvægten var for holdene N-, N+, H- og H+ henholdsvis 1045, 1036, 902 og 918 mg/25

cm² (P=0,91). Kørne på norm energiniveau havde en tendens til den tungeste slimhinde (P=0,20), hvorimod der ikke blev konstateret nogen forskel mellem syre- og ikke syretrænede kører (P=0,96).

3.4 Morfometrisk måling af lamina epithelialis

Den gennemsnitlige højde af lamina epithelialis fra atrium er præsenteret i tabel 7. Højden er for holdene N-, N+, H- og H+ henholdsvis 328, 376, 371 og 356 µm. Der var en tendens til, at hold N- havde den laveste højde af lamina epithelialis i vommens slimhinde fra atrium (P=0,18). Der var ingen signifikant forskel i højden som følge af forskelligt energiniveau (P=0,47) eller syretræning (P=0,62).

3.5 Makroskopisk beskrivelse af vommens slimhinde

Frekvenser og gennemsnit af karaktererne for papilformer fra atrium er præsenteret i tabel 8.

Tabel 7 Tørvægt af vommens slimhinde og højde af lamina epithelialis i atrium afhængig af energiniveau og syretræning i goldperioden.

Dry weight of ruminal mucosa and height of the lamina epithelialis in the atrium as an effect of energy level and feeding strategy for dry cows.

	Energiniveau Energy level			Syretræning Daily ruminal "SCFA burst"			Energiniveau x Syretræning Ration					STD
	N	H	P-værdi P-value	-	+	P-værdi P-value	N-	N+	H-	H+	P-værdi P-value	
Antal dyr No. animals	8	7		7	8		4	4	3	4		
Tørvægt (mg/25 cm ²) Dry weight	1039	910	0,20	972	977	0,96	1042	1036	902	918	0,91	180
Højden af vomepithelet (µm) Height of l. epithelialis	352	364	0,47	350	366	0,62	328	376	371	356	0,18	43

Tabel 8 Papilform i atrium afhængig af energiniveau og syretræning i goldperioden. Frekvens af karakterer.

Structure of the papillae in the atrium as an effect of energy level and feeding strategy for dry cows. Frequency of the scores.

Papilformer <i>Papilla forms</i>	Karakter ¹⁾ <i>Score ¹⁾</i>	Energiniveau <i>Energy level</i>		Syretræning <i>Daily ruminal "SCFA burst"</i>		Energiniveau x Syretræning <i>Ration</i>			
		N	H	-	+	N-	N+	H-	H+
Antal dyr <i>No. animals</i>		8	7	7	8	4	4	3	4
Papilform i atrium <i>Structure of the papilla in the atrium</i>	1								
	2	1			1		1		
	3	6	4	5	5	4	2	1	3
	4	1	3	2	2		1	2	1
	Sign.	NS		NS		NS			

¹⁾ Karakter: 1: Kort og slank/spids. 2: Kort og bladagtig. 3: Lang og slank. 4: Lang og bladagtig.

Score: 1: Short and slender/pointed. 2: Short and leaflike. 3: Long and slender. 4: Long and leaflike.

NS: $P \geq 0.05$.

Fordelingen af karaktererne for papilformer i atrium, mellem norm- og højt energiniveau eller med eller uden syretræning var ikke signifikant forskellig. Det fremgik af undersøgelsen at papilformen i atrium, på tværs af forsøgsbehandlingerne, var lange og slanke grænsende mod lange og bladagtige.

Der blev ikke observeret synlige patologiske tilfælde ved den makroskopiske undersøgelse af vommens slimhinde. Ved den makroskopiske bedømmelse var der inden for dyr kun en beskedne variation i papilformen inden for atriumområdet.

4 Diskussion

4.1 Aktivitet og vækst i vommens slimhinde

Den overordnede kvalitative histologiske bedømmelse viste, at syretrænede køer havde en tendens til en øget grad af hyperplasi/hypertrofi, acantose, rete-peg dannelser i lamina epithelialis samt en øget dilatation af lymfekarrene i lamina propria. Dette tyder på, at syretræning har bevirket en øget aktivitet og vækst i vommens slimhinde (Fell & Weekes, 1975; Sakata & Tamate, 1978b, 1979; Gálfi et al., 1991). I supplerende undersøgelser på Forskningscenter Foulum med vomfistulerede køer, er det vist, at syretræning giver et lavere vomsaft pH og øger koncentrationen af propionat samt total VFA efter morgenfodringen (Egne undersøgelser, 1993, upubliceret). Det er vist, at specielt butyrat og propionat har en stimulerende effekt på væksten af vommens slimhinde (Flatt et al., 1958, 1959; Sander et al., 1959; Fell & Weekes, 1975; Sakata & Tamate, 1979), samt at specielt fluktuationer i butyratkoncentrationen øger effekten (Sakata & Tamate, 1978a). Gálfi et al. (1991) konkluderer, at væksten af vommens slimhinde in vitro bliver stimuleret og styret af insulin, hvilket ligeledes er fundet in vivo (Sakata & Tamate, 1978a, 1978b; Sakata et al., 1980; Neogrady et al., 1989). Intraruminal og intraportal injektion af propionat og butyrat stimulerer koncentrationen af insulin i plasma (Brockman, 1984). Butyrat og propionat har således en direkte og/eller indirekte indflydelse på stimulering af aktivitet og vækst i vommens slimhinde.

Den øgede dilatation af lymfekarrene hos syretrænede køer kan skyldes, at der har været en øget transport af både VFA, mineraler og væske over vomepithellet. In vitro undersøgelser foretaget på vomslimhinde fra syretrænede køer har vist, at syretræning øgede epitheltransporten signifikant af både Na^+ og butyrat (flux fra lumen til blodside), samt at virkningen var uafhængig af, om energiniveauet var norm eller højt (Sehested et al., 1994). Det er således sandsynligt, at syretrænede køer omkring kælvning har en højere absorptionskapacitet for VFA i vommen end ikke syretrænede køer. Dette kan muligvis være forklaringen på den positive virkning af syretræning i goldperioden på ensilageoptagelsen de første 5 uger efter kælvning

samt en positiv effekt på mobiliseringsperiodens længde og størrelse i den efterfølgende laktation (Aaes et al., 1994).

Resultaterne fra den morfometriske undersøgelse viste imidlertid ikke, at syretræning havde givet en øget vækst i lamina epithelialis. Det var således forventet, at højden af lamina epithelialis havde været størst hos de syretrænede køer, idet syretrænede køer havde en tendens til en øget grad af hypertrofi/hyperplasi, acantose og rete-peg dannelser, hvilket fremkommer ved en øget vækst/aktivitet i lamina epithelialis. En mulig forklaring på forskellen i resultaterne kan være, at højden af lamina epithelialis er en funktion af en vækst i cellerne i stratum basale og en afslibning/afstødning af celler fra stratum corneum (Fell & Weekes, 1975). Mayer & Liebich (1980) og Schwarz (1987) fandt således, at en fodringsinduceret ændring i vommens slimhinde overvejende observeres som histologiske forskelle i tykkelsen af lamina propria. At de ikke fandt forskelle i lamina epithelialis, kan altså skyldes en forskel i afstødning/afslibning af celler fra stratum corneum. I nærværende forsøg var det ikke muligt med de benyttede farve- og snitningsmetoder at måle forskelle i tykkelsen af lamina propria.

Resultaterne fra undersøgelsen af papilformer og tørvægt af vommens slimhinde viste, at syretrænede køer ikke havde forskellige papilformer eller mere udviklede vompapiller efter en syretræningsperiode. Disse resultater underbygger derfor ikke, at syretræning vil give en fremvækst af flere, længere og kraftigere vompapiller efter endt syretræningsperiode.

At resultaterne fra papilform- og tørvægtundersøgelsen (makroskopisk effekt) ikke giver anledning til samme konklusion som for resultaterne fra den overordnede kvalitative histologiske beskrivelse, kan skyldes flere forhold:

- at forsøgsbehandlingerne ikke har været ekstreme nok til at fremkalde tydelige makroskopiske forskelle
- tilfældig variation som følge af det begrænsede antal forsøgsdyr
- genetisk betingede forskelle i køernes vommucosa.

- forskellige metodiske problemer samt fysiologiske forhold, som gør tørvægt af vommens slimhinde mindre egnet til bedømmelse af vækst og aktivitet i vommens slimhinde.

Anvendelse af ikke-fistulerede køer muliggjorde kun vomundersøgelser efter, at forsøgsbehandlingen var afsluttet, og ikke ved forsøgets start. Mayer & Liebich (1980) konstaterede imidlertid, at der sker en udbredt degenerering af vompapillerne kort tid efter introduktionen af en strukturelig foderration. De første 4 uger af forsøgsperioden (periode 1) i nærværende forsøg var alle kørerne fodret på lavt foderniveau (5,5 FE), og det må derfor antages, at kørerne ved starten af periode 2 ikke varierede væsentligt i de makroskopiske og histologiske vomparametre. Endvidere viser resultater fra litteraturen, at fodringsinducerede ændringer i vommens slimhinde kan registreres efter ca. 4 uger (Kauffold et al., 1977; Mayer et al., 1986).

Tørvægtbestemmelsen af vommens slimhinde er teknisk en nem procedure. Imidlertid kan det være svært at udtage et nøjagtigt og repræsentativt stykke vomslimhinde, idet der er en stor makroskopisk variation inden for områder i vommen på enkelt dyr. Dette gør, at metoden ikke er brugbar til undersøgelser med små makroskopiske forskelle (Schnorr & Vollmerhaus, 1966). Ligeledes konkluderede Schnorr & Vollmerhaus (1966), at der var en betydelig naturlig variation såvel inden for som mellem dyr i tørvægten af vommens slimhinde. Fell & Weekes (1975) konkluderede dog, at tørvægten af vommens slimhinde hos får er stærkt korreleret til foderoptagelsen, samt at dette kan forklares med en vækst/aktivitet i vommens slimhinde. Fell & Weekes (1975) har imidlertid ikke givet en nøjagtig beskrivelse af den benyttede metode til udvælgelse og udtagning af vævsprøverne.

Resultaterne i nærværende forsøg var således ikke entydige mellem de histologiske og makroskopiske metoder til beskrivelse af vækst og aktiviteten i vommens slimhinde. Den overordnede kvalitative histologiske bedømmelse viste imidlertid klare tendenser til, at de syretrænede køer havde en større aktivitet/vækst i vommens slimhinde. Syretræningsteorien (Nørgaard, 1988, 1989) forudsætter imidlertid også, at vompapillerne ved afslutningen af syretræningen både skulle være øget i antal og størrelse. Dette kan ikke bekræftes i nærværende forsøg.

4.2 Patologiske tilfælde

Der var ingen køer med synlige patologiske tilfælde i vommens slimhinde fra atrium. Det kunne frygtes, at syretræning, specielt på hold N+, ville skabe ufysiologiske tilstande i vommiljøet med efterfølgende vompatologiske tilfælde. Weigand et al. (1972) og Mgasa (1991) fandt således sammenklumpning af vompapiller hos ungdyr fodret med en stor andel af sukker- og stivelsesholdige foderationer.

Et makroskopisk normalt vomepithel kan ved en histologisk undersøgelse vise sig at have pato-anatomiske forstyrrelser (Mgasa, 1991). Ved den kvalitative histologiske bedømmelse blev der imidlertid ikke konstateret pato-anatomiske forandringer i vommucosaen, som kan henføres til forskelle i forsøgsbehandlingerne.

I nærværende forsøg blev der fundet en øget grad af keratinisering i stratum corneum hos syretrænede køer, uden at der dog var tale om en hyperkeratinisering. Kauffold et al. (1977) fandt, at der ved længerevarende lavt pH i vommen opstod hyperkeratose, og Gálfi et al. (1983) konkluderede, at specielt høje koncentrationer af butyrat i vomvæsken kan skabe hyperkeratose. En øget keratinisering af vomepithellet kan være et tegn på pato-anatomiske forandringer, men er ofte et tegn på en normal vækst og derved en normal fodringsinduceret adaptation af vomepithellet (Hinders & Owen, 1965; Fell & Weekes, 1975). I de førnævnte supplerede undersøgelser var den lavest surhedsgrad målt i vomsaften efter syretræning pH = 6,0 (Egne undersøgelser, 1993, upubliceret). De observerede pH værdier, anses ikke for alarmerende lave, hvilket understøtter, at forsøgsbehandlingen ikke inducerer pato-anatomiske forandringer hos kørerne. Hos de syretrænede køer blev der dog fundet en øget koncentration af granulocytter og lymfocytter i forbindelse med en øget dilatation af lymfekarrene i lamina propria. Disse fund kan anses som sjældne og atypiske, og kan ikke umiddelbart kodes sammen med syretræningen (Basse, 1994 personlig meddelelse). En øget dilatation af lymfekarrene kan derimod være en effekt af en større absorption over vomepithellet. Den større epitheltransport af både Na⁺ og butyrat hos syretrænede køer (Sehested et al., 1994), underbygger ligeledes, at syretræningen ikke har bevirket en pato-anatomisk forandring i vommens slimhinde.

5 Konklusion

På baggrund af det gennemførte forsøg og den anvendte litteratur kan der konkluderes følgende:

- 4 ugers syretræning har bevirket en tendens til en forøget aktivitet i vommens slimhinde ved øget grad af hyperplasi/hypertrofi, acantose og rete-peg dannelser i vommens slimhinde.
- Forskellige energiniveauer og syretræning i de sidste 4 uger af goldperioden resulterede ikke i

makroskopiske forskelle (papilform og tørvægt af vommens slimhinde) i vommens slimhinde.

- Syretræningsteorien om en fremvækst af flere, længere og kraftigere vompapiller kunne således ikke bekræftes.
- 4 ugers syretræning har ikke resulteret i synlige pato-anatomiske forandringer i vommens slimhinde.

Anerkendelser

En tak til adjunkt Karin Mortensen, Institut for Anatomi og Fysiologi (KVL), for diskussioner og hjælp ved planlægning af forsøget. Slagtningerne er foretaget på Forsøgsslagteriet på Forskningscenter Foulum med stor kompetence fra de involverede medarbejdere på slagteriet. De histologiske undersøgelser er foretaget på Institut for

Farmakologi og Patobiologi (KVL), i samarbejde med lektor A. Basse, Institut for Farmakologi og Patobiologi (KVL), og laborant Gunnel Holden, Institut for Anatomi og Fysiologi (KVL). En tak for teknisk assistance til Per Stisen Varnum, Lars Gildbjerg og Erik L. Decker.

Litteratur

- Ahrens, F., Dirksen, G. & Liebich, H.G., 1988. Influence of isoenergetic diets of different composition on rumen fermentation pattern and rumen mucosa growth in non-lactating cows. *J. Dairy Sci.* 71. Suppl. 1, 391.
- Anonym, 1992. Håndbog for rekvirenter af kemiske analyser. Analyseudvalget. Statens Husdyrbrugsforsøg, 71 pp.
- Basse, A., 1994. Personlig meddelelse. Diskussion om tolkning af histologiske data fra vomepithel fra syretrænede køer. 22/2. Institut for Farmakologi og Patobiologi, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. København.
- Brockman, R.P., 1984. Pancreatic and adrenal hormonal regulation of metabolism. In: Milligan, L.P., Grovum, W.L. & Dobson, A. (ed). Control of digestion and metabolism in ruminants. Proceedings of the 6th international symposium on ruminant physiology held at Banff, Canada. September 10. - 14., 405-419.
- Dirksen, D., Liebich, H.G., Brosi, G., Hagemeister, H. & Mayer, E., 1984a. Morphologie der Pansenschleimhaut und Fettsäureresorption beim Rind - bedeutende Faktoren für Gesundheit und Leistung. *Zentralblatt für Veterinärmedizin.* A, 31, 414-430.
- Dirksen, D., Liebich, H.G., Brosi, G., Hagemeister, H. & Mayer, E., 1984b. Resorption von kurzkettigen Fettsäuren aus dem Pansen des Rindes in Abhängigkeit von der Schleimhautstruktur: II. Funktionelle Befunde. *Proc XIII World Buiatrics Congr.* Durban. 629-633.
- Dirksen, Von G., Ahrens, F., Schön, J. & Liebich, H.G., 1992. Vorbereitungsfütterung der trockenstehenden Kuh im Hinblick auf Ernährungszustand und Status von Pansenschleimhaut und Pansenflora bei der Kalbung. *Berl. Münch. Tierärztl. Wschr.* 105, 1-4.
- Fell, B.F. & Weekes, T.E.C., 1975. Food intake as a mediator of adaptation in the ruminal epithelium. In: McDonald, I.W. & Warner, A.C.I. (ed). Digestion and metabolism in the ruminant. The University of New England publishing unit. 101-118.
- Flatt, W.P., Warner, R.G. & Loosli, J.K., 1958. Influence of purified materials on the development of the ruminant stomach. *J. Dairy Sci.* 41, 1593-1600.
- Flatt, W.P., Warner, R.G. & Loosli, J.K., 1959. Evaluation of several techniques used in the study of developing rumen function. *Cornell University. Memoir* 361, 3-31.
- Gálfi, P., Neogrády, S., Kutas, F. & Veresegyházy, T., 1983. Keratinization of cultured ruminal epithelial cells treated with butyrate and lactate. *Zentralblatt für Vet. Med. A*, 30, 775-781.
- Gálfi, P., Neogrády, S. & Sakata, T., 1991. Effects of volatile fatty acids on the epithelial cell proliferation of the digestive tract and its hormonal mediation. In: Tsuda, T., Sasaki, Y., Kawashima, R. (ed). Physiology aspects of digestion and metabolism in ruminants. 49-59.
- Gundersen, H.J.G., Bendtsen, T.F., Korbo, L., Marcussen, N., Møller, A., Nielsen, K., Nyengaard, J.R., Pakkenberg, F.B., Vesterby, A. & West, M.J., 1988. Some new, simple and efficient stereological methods and their use in pathological research and diagnosis. *APMIS* 96, 379-394.
- Hinders, R.G. & Owen, F.G., 1965. Relation of ruminal parakeratosis development to volatile fatty acid absorption. *J. Dairy Sci.* 48, 1069-1073.
- Jensen, H.M.E., 1988. Pato-anatomiske formavelæsioner hos kvæg. Licentiaatafhandling. Institut for veterinær patologi. Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole. København. 151 pp.

- Kauffold, P., Voigt, J. & Herrendörfer, G., 1977. Untersuchungen über den Einfluss von Ernährungsfaktoren auf die Pansenschleimhaut. *Archiv für Ernährung*. 27, 201-211.
- Liebich, H.G., Mayer, E., Arbitman, R. & Dirksen, G., 1982. Strukturelle Veränderungen der Pansenschleimhaut hochproduzierender Milchkühe von Beginn der Trockenperiode bis acht Wochen post partum. *Proc. 12th World Buiatrics Cong. Amsterdam*. 404-410.
- Liebich, H.G., Dirksen, G., Brosi, G. & Mayer, E., 1984. Resorption von kurzkettigen Fettsäuren aus dem Pansen des Rindes in Abhängigkeit von der Schleimhautstruktur: I. Morphologische Befunde. *Proc XIII World Buiatrics Congr. Durban*. 623-628.
- Liebich, H.G., Dirksen, G., Arbel, A., Dori, S. & Mayer, E., 1987. Fütterungsabhängige Veränderungen der Pansenschleimhaut von Hochleistungskühen im Zeitraum von der Trockenstellung bis acht Wochen post partum. *J. Vet. Med. A*. 34, 661-672.
- Mayer, E. & Liebich, H.G., 1980. Strukturelle und funktionelle Änderungen der Pansenschleimhaut bei Hochleistungsrindern während der Laktationsperiode und um die Geburt. *Proc. 11th. World Buiatrics Congr. Tel Aviv*. 842-856.
- Mayer, E., Liebich, H.G., Arbitman, R., Hagemeister, H. & Dirksen, G., 1986. Nutritionally induced changes in the rumenal papillae and in their capacity to absorb short chain fatty acids in high producing dairy cows. *XIV World congr. on diseases of cattle. Dublin. Vol 2*. 806-817.
- Mgasa, M.N., 1991. Orthopaedic diseases related to nutrition and forestomach pathology in ruminants. Ph.D Thesis. Department of clinical studies. The Royal Veterinary and Agricultural University. Copenhagen. 116 pp.
- Neogrády, S., Gálfi, P. & Kutas, F., 1989. Effects of butyrate and insulin and their interaction on the DNA synthesis of rumen epithelial cells in culture. *Experientia* 45, 94-96.
- Nørgaard, P., 1988. Syretræning af goldkøen. *Bovilogisk tidsskrift Kvæget*, 12. 16-17.
- Nørgaard, P., 1989. Syretræning forhindrer sur vom. *Landsbladet KVÆG*, 7. 8-9.
- Sakata, T. & Tamate, H., 1978a. Rumen epithelium cell proliferation accelerated by rapid increase in intraruminal butyrate. *J. Dairy Sci.* 61, 1109-1113.
- Sakata, T. & Tamate, H., 1978b. Rumen epithelium cell proliferation accelerated by propionate and acetate. *J. Dairy Sci.* 62, 49-52.
- Sakata, T. & Tamate, H., 1979. Rumen epithelium cell proliferation accelerated by propionate and acetate. *J. Dairy Sci.* 62, 49-52.
- Sakata, T., Hikasaka, K., Shiomura, Y. & Tamate, H., 1980. Stimulatory effect of insulin on ruminal epithelium cell mitosis in adult sheep. *Br. J. Nutr.* 44, 325-331.
- Sander, E. G., Warner, R. G., Harrison, H. N. & Loosli, J. K., 1959. The stimulatory effect of sodium butyrate and sodium propionate on the development of rumen mucosa in the young calf. *J. Dairy Sci.* 42, 1600-1605.
- SAS Institute Inc., 1989. SAS/User's Guide, Version 6 Fourth edition. Gary, NC. 846 pp.
- Schnorr, B. & Vollmerhaus, B., 1966. Das Oberflächenrelief der Pansenschleimhaut bei Rind und Ziege. *Zbl. Vet. Med., Reihe A*, 14, 93-104.
- Schwarz, M., 1987. Morphologische Untersuchungen zur fütterungsabhängigen Regression und Proliferation der Pansenschleimhaut. Universität München. 94 pp.
- Sehested, J., Andersen, J.B., Aaes, O., Diernæs, L., Møller, P.D. & Skadhauge, E., 1994. Effect of feeding level and a daily ruminal "SCFA burst" on transport of sodium, chloride and butyrate across the isolated bovine rumen epithelium. Under udarbejdelse.
- Sejrsen, K. & Neimann-Sørensen, A., 1982. Nutri-

- tional physiology and feeding of cow around parturition. In. Krag, H. & Schallenberger, E. (ed.). Factors influencing fertility in the postpartum cow. CEC seminar, september - oktober. 325-357.
- Strudsholm, F., Nielsen, E.S., Østergaard, P., Weisbjerg, M.R., Kristensen, V.F., Andersen, H.R., Hermansen, J. & Møller, E., 1992a. Fodermiddeltabel 1992. Sammensætning og foderværdi af fodermidler til kvæg. Landsudvalget for Kvæg. Landbrugets Rådgivningscenter, Skejby. 44 pp.
- Strudsholm, F., Nielsen, E.S., Madsen, J., Foldager, J., Hermansen, J.E., Kristensen, V.F., Aaes, O. & Hvelplund, T., 1992b. Danske fodernormer til kvæg 1992. Rapport nr. 18. Landsudvalget for Kvæg. Landbrugets Rådgivningscenter, Skejby. 51 pp.
- Weigand, E., Young, J.W. & McGillard, A.D., 1972. Extent of butyrate metabolism by bovine ruminoreticulum epithelium and relationship to absorption rate. J. Dairy Sci. 55, 589-597.
- Weisbjerg, M.R. & Hvelplund, T., 1993. Bestemmelse af nettoenergiindholdet (FE_k) i foder til kvæg. Forskningsrapport nr. 3. Statens Husdyrbrugsforsøg. 39 pp.
- Aaes O., Andersen, J.B. & Ingvartsen, K.L., 1994. Forskellig foderniveau og syretræning til køer i goldperioden. I. Virkning på mælkeproduktion, foderoptagelse og tilvækst. Forskningsrapport 22. Statens Husdyrbrugsforsøg. 22 pp.

Appendiks A

Ordliste

Ord til beskrivelse af vom mucosaens udvikling:

Acantose:	Forøget cellemængde i stratum spinosum.
Atrofi:	Svind af væv under stratum corneum cellelaget (ud over en normal tilstand).
Granulocyt:	Hvide blodlegemer (øget konc. hvis betændelsestilstand).
Hyperkeratose:	Øget keratiniseringsgrad i stratum corneum.
Hyperplasi:	Forøget vækst i et væv, som følge af en stigning i antal af celler.
Hypertrofi:	Forøgelse i størrelse af en celle eller organ ud over en normal tilstand.
Hyperæmi:	Blodfyldt væv (blodudtrækning).
Lamina epithelialis:	Øverste 4 cellelag i vom mucosaen.
Lamina propria:	Binde vævslag under lamina epithelialis.
Lymfocytter:	Hvide blodlegemer (øget konc. hvis betændelsestilstand).
Mikroabscesser:	Byld på cellulært niveau.
Nekrose:	Vævshenfald.
Proliferativ:	Mangedannelse af samme celletype i forbindelse med vækst i vævet.
Rete-peg:	Øget vækst af celler fra stratum basale og derved en forøgelse af basalmembranlængden (forbindelse mellem stratum basale og lamina propria).
Stratum basale:	Nederste cellelag i lamina epithelialis. Cellelaget i lamina epithelialis, hvor der er mitotisk aktivitet (grænsende mod lamina propria).
Stratum corneum:	Yderste cellelag i lamina epithelialis (mod lumen siden af vommen).
Vom mucosaen:	Vommens slimhinde (lamina epithelialis + lamina propria).
Vomvæggen:	Vom mucosa + tela submucosa + tunica muskularis + tunica serosa

Appendiks B

Table 4. System to describe the ruminal mucosa macroscopically

Score	Pathological description of the ruminal mucosa	Structure of papillae in the atrium
0	Normal	NA
1	Slight clamping or matting of papillae in small localized areas	Short and slender or pointed
2	Moderate clamping of papillae in several small spots with or without necrosis or hyperemia at tips	Short and leaflike
3	Severe clamping of papillae with or without necrosis or hyperemia of tips	Long and slender
4	Very severe clamping with necrosis or hyperemia generalized	Long and leaflike

NA = Not applicable score for the characteristic.

Appendiks C

Table 5. System to overall qualitative histological description of the ruminal mucosa from atrium.

Parameters to overall histological description	
Normal evolution picture (a)	Patho-anatomic picture (b)
- Hyperplasia/hypertrophia - Acanthosis - Rete-peg - Keratinization	- Cell infiltrations in lamina propria - Granulocyt, lymphocyt (lymphatic vessel) - Micro abscess

Score:

The evaluation of a and b is done by a scale with 4 different degrees (A, B, C og D). A is the lowest degree and D is the highest degree of the present parameter (comparison between animals).

Appendiks D

Table 6. Overall qualitative histological description of ruminal mucosa from the atrium as an effect of energy level and feeding strategy for dry cows.

Ration	Overall qualitative histological description of the ruminal mucosa from the atrium (Numbers and letters in parenthesis are the frequency and score for parameters)	
	Normal evolution picture (a)	Patho-anatomic picture (b)
N-	Smallest development. Low degree of hyperplasia and acantosis. Few occurrences of rete-peg formations. No sign of hyperkeratosis. (4xB)	No patho-anatomic occurrence. Low degree of cell infiltrations in the lamina propria (Two cows). (2xA, 2xB)
N+	Largest development. Severe degree of hyperplasia, acantosis and rete-peg formations. Hyperkeratosis in the stratum corneum. (3xC, 1xD)	No patho-anatomic occurrence. Low degree of cell infiltrations in the lamina propria and occurence of granulocyts, lymphocyts and micro abscesses in connection with high dilatation of the lymph vessels. (1xB, 2xC, 1xD)
H-	High variation and no generel tendency. (1xA, 1xB, 1xC)	No patho-anatomic occurrence in two cows. One cow showed same tendency as for N+. (2xA, 1xC)
H+	As for N+ (1xB, 3xC)	As for N+. (1xA, 2xB, 1xC)

