



Sammenhæng mellem foderoptagelse og passagehastighed gennem vommen på forskellige laktationsstadier

Relationship between feed intake and rate of passage through the rumen at different stages of lactation

Eva Søndergaard¹, Klaus Lønne Ingvartsen² & Per Madsen¹

¹Afdeling for Avl og Genetik, Statens Husdyrbrugsforsøg

²Afdeling for Sundhed og Velfærd, Statens Husdyrbrugsforsøg

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 ressourcenyttelse, dyrevelfærd, internt og eksternt miljø, produkternes kvalitet og konkurrenceevne samt en hurtig og sikker formidling af resultaterne.

Institutionen omfatter følgende forskningsafdelinger: Afdeling for Ernæring, Afdeling for Råvarekvalitet, Afdeling for Avl og Genetik, Afdeling for Sundhed og Velfærd, Afdeling for Jordbrugsteknik og Produktionssystemer samt Centrallaboratorium. Servicefunktionerne varetages af Afdeling for Landbrugsdrift, Afdeling for

Stalldrift samt af Statens Husdyrbrugsforsøgs Sekretariat.

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 henvendelse til ovenstående adresse.

DANISH 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 Danish 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 along with a rapid and efficient dissemination of the results.

The institute comprises six research departments: Dept. for Nutrition, Dept. for Product Quality, Dept. for Breeding and Genetics, Dept. for Animal Health and Welfare, Dept. for Agricultural Engineering and Production Systems, and a Cen-

tral Laboratory. Service departments include Dept. for Farm Management and Services, Dept. for Livestock Management, and a Secretariat.

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

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

**Sammenhæng mellem foder-
optagelse og passagehastighed
gennem vommen på
forskellige laktationsstadier**

*Relationship between feed intake and rate
of passage through the rumen at different
stages of lactation*

Eva Søndergaard¹, Klaus Lønne Ingvarsen² & Per Madsen¹

¹Afdeling for Avl og Genetik, Statens Husdyrbrugsforsøg

²Afdeling for Sundhed og Velfærd, Statens Husdyrbrugsforsøg

Indholdsfortegnelse

	Side
Sammendrag	5
Summary	6
1 Indledning	7
2 Materiale og metode	8
2.1 Dyr og foder	8
2.2 Fordøjet tørstof	9
2.3 Passagehastighed	9
2.4 Statistiske metoder	10
3 Resultater og diskussion	11
4 Konklusion	16
Anerkendelser	16
Litteratur	17

Contents

	Side
Summary in Danish	5
Summary in English	6
1 Introduction	7
2 Material and methods	8
2.1 Animals and feed	8
2.2 Digested dry matter	9
2.3 Passage rate	9
2.4 Statistical methods	10
3 Results and discussion	11
4 Conclusion	16
Acknowledgements	16
References	17

Sammendrag

Sammenhængen mellem foderets passagehastighed og foderoptagelse blev undersøgt på forskellige fysiologiske stadier i laktationen bl.a. til vurdering af passagehastigheds egnethed som selektionsparameter. Tidligere forsøg har antydnet, at passagehastigheden er en genetisk bestemt egenskab med relation til foderoptagelseskapaciteten hos det enkelte dyr.

To grupper á 5 SDM-køer med henholdsvis lav eller høj foderoptagelse pr. 100 kg kropsvægt indgik i forsøget. Køerne var opstaldet i bindestald og blev under hele forsøget fodret individuelt efter ædelyst med en fuldfoderblanding. Vægt, vægtændring, foderoptagelse, mælkeydelse, fordøjelighed og passagehastighed blev målt i 3 perioder á 10 dage gennem laktationen. Perioderne blev påbegyndt henholdsvis 24, 86 og 147 ± 10 dage efter kælvning. Fordøjelighed blev målt ved hjælp af markøren kromoxyd, hvor gødningsprøver blev opsamlet fordelt over de sidste 3 døgn af hver forsøgsperiode. Passagehastighed blev bestemt vha. ytterbiummærket halm, hvor gødningsprøver blev udtaget 0, 28, 36, 44, 52, 62, 72 og 82 timer efter optagelsen af halmen.

Mærkningsmetoden blev testet v.h.a. nylonposeinkubationer, der viste, at ytterbium bandt sig effektivt til halmen under opholdet i vommen.

Der var forskel mellem de to grupper i mælkeydelse, vægt og tørstofoptagelse pr. 100 kg kropsvægt. Der var forskel mellem perioderne for passagehastighed, vægt, vægtændring og mælkeydelse. For passagehastighed antyder en gentagelighed på 0,32, at egenskaben har en lav arvbarhed sammenlignet med tørstofoptagelse og mælkeydelse, hvor gentageligheden blev bestemt til 0,68 og 0,53. Der var i dette forsøg ingen sammenhæng mellem fordøjet tørstof, foderets passagehastighed og tørstofoptagelse pr. 100 kg kropsvægt, i modsætning til et tidligere forsøg, hvor Jersey- og SDM-køer indgik.

Passagehastigheden er en egenskab, der påvirkes af mange faktorer. Da metoderne til bestemmelse af passagehastighed er behæftet med en vis usikkerhed konkluderes det, at egenskaben næppe er egnet som selektionskriterium for større foderoptagelseskapacitet inden for kvægavlen.

Summary

The relationship between passage rate of feed and feed intake was examined at different physiological stages of lactation to evaluate the relevance of using passage rate as a selection trait for feed intake capacity. Previous investigations have shown that passage rate might be a genetic trait with relation to feed intake capacity by individual animals.

Two groups of 5 Holstein Friesian cows with either low or high feed intake per 100 kg cow weight were used. The cows were kept in a tie stall and fed individually with a total mixed ration ad libitum throughout lactation. Weight, weight change, feed intake, milk yield, digested dry matter and passage rate were measured in 3 periods of 10 days during lactation. The periods were 24, 86 and 147 ± 10 days after calving. Digested dry matter was measured using chromoxide as marker, where samples of faeces were collected during the last 3 days of each experimental period. Passage rate was measured by ytterbium marked straw, where samples of faeces were collected 0, 28, 36, 44, 52, 62, 72 and 82 hours after the straw was eaten by the cows. The

method of marking was tested by nylon bag incubations, which showed that the binding between ytterbium and straw was efficient under rumen conditions.

The results showed difference between the two groups in milk yield, weight and feed intake per 100 kg cow weight. There was a difference between experimental periods in passage rate, weight, weight change and milk yield. The repeatability of 0.32 for passage rate indicates it is a trait with a low heritability compared to feed intake and milk yield where repeatability was estimated to 0.68 and 0.53. In this experiment there was no relation between digested dry matter, passage rate and feed intake per 100 kg cow weight as it has been shown in an experiment with Jersey and Holstein Friesian cows.

Passage rate is a trait which is influenced by many factors. Since the method for measuring passage rate is still uncertain it is concluded that the trait hardly will be valuable as a selection criterium for higher feed intake capacity in cattle breeding.

1 Indledning

Foderoptagelsen hos malkekøer varierer gennem laktationen afhængig af bl.a. vægtændringer, fysiologisk stadium og mælkeydelse (Ingvarsen, 1994). I begyndelsen af laktationen vil foderoptagelsen overvejende være stofskiftereguleret, mens den senere i laktationen hovedsagelig begrænses af vommens fysiske kapacitet. Ved den fysiske begrænsning formodes foderoptagelsen i høj grad at være bestemt af vompuljens størrelse, fordøjeshastigheden og passagehastigheden (Campling, 1970). Ændringer i disse faktorer påvirker foderoptagelsen. Dette ses bl.a. i et forsøg med Jersey og SDM-køer, hvor Ingvarsen og Weisbjerg (1993) fandt, at Jerseykøer optog 19% mere tørstof pr. kg kropsvægt og at passagehastigheden var 21% højere end hos SDM-køerne uden at fordøjeligheden af rationen var påvirket. Dette antyder, at passagehastighed kan være en genetisk bestemt egenskab med relation til foderoptagelseskapacitet hos det enkelte dyr. Dette støttes af Ørskov et al. (1988), der fandt stor sammenhæng i passagehastighed mellem målinger på enkelttyr indenfor en race og på forskellige rationer. Hvorvidt forskelle i foderoptagelse indenfor en race skyldes en tilsvarende forskel i passagehastighed, og om disse sammenhænge i så fald er de samme gennem hele laktationen er dog endnu ikke belyst. Hartnell

og Satter (1979) målte passagehastigheden i goldperioden og tre gange i laktationen, men fandt ingen forskelle i passagehastighed mellem perioderne. I forsøget ændredes kraftfoder:grovfoder forholdet imidlertid mellem perioderne, samtidig med at foderoptagelsen øgedes, hvilket vanskeliggør tolkningen af resultaterne.

Gennem laktationen ændres koens mælkeydelse, foderoptagelse og vægt og dermed såvel energibehovet som energibalancen. De underliggende reguleringsmekanismer, der kontrollerer foderoptagelsen, er kun delvis belyst, men der sker givetvis ændringer i sammenhængene mellem foderoptagelse og vompulje, fordøjeshastighed og passagehastighed. Hvis passagehastighed er en genetisk bestemt egenskab hos dyrene, som ovenfor antydtes, er det vigtigt at få fastslået på hvilket fysiologisk stadie i laktationen passagehastigheden bedst fastlægges i forhold til foderoptagelseskapaciteten.

Formålet med det gennemførte forsøg var derfor, at undersøge sammenhængen mellem passagehastighed og foderoptagelse og om denne sammenhæng påvirkes af tidspunkt i laktationen og fysiologisk stadie.

2 Materiale og metode

2.1 Dyr og foder

I forsøget indgik 10 SDM-køer, hvoraf to og otte køer var i henholdsvis 2. og 3. laktation. Køerne blev udvalgt blandt 53 køer i et avlsforsøg, hvor der indgik 7 afkomsgupper efter danske brugstyre. Avlsforsøget er i detaljer beskrevet af Andersen et al. (1990) og Søndergaard (1995). Køerne blev udvalgt på grundlag af det forventede kælvningstidspunkt og afkomsguppernes gennemsnitlige foderoptagelse pr. 100 kg kropsvægt. De 10 køer blev opdelt i to grupper, med henholdsvis lav og høj foderoptagelse pr. 100 kg kropsvægt afhængig af deres og deres halvsøstres gennemsnitlige daglige foderoptagelse i den foregående laktation. I hver gruppe var tre afkomsgupper repræsenteret.

Køerne var opstaldet i bindestald og blev un-

der hele forsøget fodret individuelt efter ædelyst med en fuldfoderblanding, hvis sammensætning og indhold fremgår af tabel 1. Fodring efter ædelyst blev bl.a. sikret ved 4 daglige udfodringer samt en tilstræbt tilbagevejning på 5% af udvejet foder. Passagehastighed og fordøjelighed blev målt i 3 perioder indenfor de første 180 dage efter kælvning. Hver periode var på 10 dage og i disse perioder blev foderoptagelsen registreret dagligt. Vægtregistreringerne for hele laktationen blev tilpasset en ikke-lineær funktion for hver enkelt ko, hvorfra vægt og tilvækst i de enkelt forsøgsperioder beregnes (Ingvarsen, upubliceret). Mælkeydelsen blev registreret hver 14. dag gennem hele laktationen og gns. dagsydelse i perioderne er beregnet som et gennemsnit af de tre ydelsesregistreringer, der lå tættest på forsøgsperioderne.

Tabel 1 Fuldfoderblandings sammensætning, energikoncentration og indhold af næringsstoffer

Composition and content of energy and nutrients in the total mixed ration

Fodermidler, % af tørstof:	Feeds, % of dry matter (DM):	
Hvedehelsød	wheat whole crop silage	45,0
Ærtehelsød	pea whole crop silage	10,0
Pulpetter	sugar beet pulp, dried	15,0
Roemelasse	sugar beet molasses	10,5
Sojaskrå tilsat 17% teknisk fedt	soy bean meal with 17% tallow	12,0
Sojaskrå	soy bean meal	6,0
Mineralstofblanding, type II	minerals	1,5
Planlagt indhold pr. FE:	Planned content per Sc. FU:	
Kg tørstof pr. FE	kg. DM per Sc.FU	1,05
AAT, g	Amino Acids Truly absorbed in the small intestine, g	98
PBV, g	Protein balance in the rumen, g	16
Stivelse, g	starch, g	165
Sukker, g	sugar, g	128
Ford. cellevægge, g	digestible cell walls*, g	324
Korr. råfedt, g	crude fat from concentrate	
	+50% of crude fat from roughages	37
Tyggetid, min.	chewing time, min.	32

*Digestible cell walls = digest. organic matter - (digest.crude protein+digest.crude fat+sugar+starch)

De 3 perioder blev fastlagt således, at køerne forventedes at være i negativ energibalance i første periode, i balance i anden periode og i positiv energibalance i tredje periode. Perioderne blev fastlagt ud fra kendskab til køernes vægt- og foderoptagelseskurver i den foregående laktation og begyndte henholdsvis 24, 86 og 147 ± 10 dage efter kælvning.

2.2 Fordøjet tørstof

Fordøjet tørstof blev målt ved hjælp af markøren kromoxyd (Cr_2O_3). Gennem en periode på 10 dage fik køerne to gange dagligt indgivet 10 g kromoxyd pakket i filterpapir med en pulverbøsse for at opnå en ligevægtstilstand i kromoxydkoncentrationen i fordøjelseskanalen. Før første tildeling blev der udtaget en gødningsprøve, der anvendes som standard (0-værdi) ved analysen. Gennem de sidste tre døgn af perioden blev der taget 11 gødningsprøver fra rektum fra hver ko. For at sikre en repræsentativ prøve blev opsamlingerne fordelt over hele døgnet. Prøverne blev nedfrosset ved -18°C efter udtagning. Senere blev de 11 prøver optøet og omhyggeligt blandet og analyseret for kromindhold, ifølge metoden beskrevet af Shürch et al. (1950). Procent fordøjet tørstof (FTS) bestemmes ud fra følgende formel:

$$\text{FTS} = 100 - 100 (\% \text{ kromoxid i foder} / \% \text{ kromoxid i gødning}),$$

hvor

$$\% \text{ kromoxid i foder} = (\text{kg kromoxid pr. dag} / \text{kg tørstof optaget pr. dag}) * 100$$

2.3 Passagehastighed

Til fastlæggelse af passagehastighed blev ytterbium (Yb) anvendt som markør. Markørmaterialet blev fremstillet som beskrevet af Søndergaard & Ingvarsten (1994). Princippet i fremstillingen af markørmateriale er kort beskrevet: Snittet bygghalm blev findelt i en slaglemølle med 3 mm sold for at sikre ens partikelstørrelse. Behandlingen havde til hensigt at give en partikelstørrelse svarende til partikelstørrelsen i fæces, når der har været fodret med snittet halm. Herefter koges halmen i ca. en time i sæbeopløsning (ca. 50 g vaskepulver/10 l vand) for at fjerne alle urenheder og letopløselige stoffer. Halmen skylles grundigt under rindende vand, til al sæben er væk. En prøve blev taget fra som standard (0-værdi) ved analysen. Den resterende mængde halm blev iblødsat i en 0,5-1% $\text{YbCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ opløsning i ca. et døgn ved ca. 25°C . Efter iblødsætning blev halmen skyllet endnu engang for at fjerne svagt bundet Yb, hvorefter halmen blev tørret.

Yb-indholdet blev bestemt ved hjælp af en metode beskrevet af Siddons et al. (1985). Der blev fremstillet ca. 5,7 kg halmtørstof som indeholdt 5,9 mg Yb pr. g halmtørstof. Heraf blev ca. 5,2 kg Yb-mærket halmtørstof afvejet i portioner på ca. 173 g, der indeholdt ca. 1 g Yb. Disse portioner blev nedfrosset ved -18°C indtil brug.

For at undersøge bindingens effektivitet blev der udført et nylonposeforsøg på vomfistulerede køer på Forskningscenter Foulum. 475,7 g halm blev inkuberet i fire køer og prøver blev udtaget efter henholdsvis 12, 24, 48 og 96 timer. Herefter var indholdet af Yb og tørstof som vist i tabel 2.

Tabel 2 Relative mængder af tørstof og ytterbium (Yb) efter vominkubation
Relative amounts of dry matter and ytterbium (Yb) after incubation in the rumen

Inkubationstid, timer <i>Incubationtime, hours</i>	Tørstof, % <i>Dry matter, %</i>	Ytterbium, % <i>Ytterbium, %</i>	Yb/tørstof <i>Yb/DM</i>
0	100	100	1
12	107	98	0,92
24	93	87	0,94
48	74	77	1,04
96	60	69	1,15

I de første 12 timer kommer der mere materiale ind i nylonposerne end der forsvinder ud af poserne. Herved bliver Yb/tørstof forholdet under 1, selvom der stort set ikke er forsvundet Yb. Derefter fordøjes halmen gradvist og en lille mængde Yb frigøres. Yb/tørstof forholdet er større end 1 efter inkubation i mere end 48 timer, hvilket formentlig skyldes, at Yb binder til de tungtfordøjelige dele af foderet, mens lettere fordøjelige dele forgæres og forsvinder ud af nylonposen (Søndergaard & Ingvarstsen, 1994). Da opholdstiden i vommen i dette forsøg forventes at være mindre end 48 timer viser forsøget, at Yb binder sig effektivt til halmpartiklerne og følger partiklerne ud af vommen.

På 6. dagen af fordøjelighedsforsøgene blev de Yb-mærkede halmportioner optøet og blandet med ca. 3 kg af køernes normale fuldfoderblanding. Dette blev gjort for, at den Yb-mærkede halm kunne suge lidt fugt fra fuldfoderet og dermed gøre det vanskeligere for koen at selekere markørmaterialet fra. Den følgende morgen blev denne portion tildelt køerne på deres sædvanlige fodringstidspunkt lige før malkning. Efter at køerne havde ædt denne portion, blev de fodret normalt. Gødningsprøver til bestemmelse af passagehastighed blev udtaget 0, 28, 36, 44, 52, 62, 72 og 82 timer (t) efter tildeling og nedfrosset ved -18°C indtil analyse for Yb-indhold. Passagehastigheden forudsættes at

følge 1. ordens kinetik, og blev derfor fastlagt ved følgende model:

$$\ln[\text{Yb}] = a - b * t, \text{ hvor}$$

- a = koncentration ved t=0 og
- b = passagehastighed, % pr. time
- t = tid efter indtagelse, timer

2.4 Statistiske metoder

De statistiske analyser har omfattet følgende egenskaber: foderoptagelse, foderoptagelse pr. 100 kg kropsvægt, vægt, daglig tilvækst, ydelse, fordøjet tørstof og passagehastighed. Gruppe- og periodeeffekter er beregnet ved hjælp af følgende model:

$$Y_{ijk} = G_i + K_k(G_i) + P_j + G_i * P_j + \epsilon_{ijk}$$

hvor

Y_{ij} = Afhængig variabel (tørstofoptagelse, tørstofoptagelse/100 kg, passagehastighed, fordøjet tørstof, vægt, daglig tilvækst eller ydelse)

G_i = Systematisk virkning af gruppe (i=1,2)

$K_k(G_i)$ = Tilfældig virkning af ko k indenfor gruppe i (k=1,...,5), $N(0, \sigma_k^2)$

P_j = Systematisk virkning af periode j (j=1,2,3)

$G_i * P_j$ = Systematisk vekselvirkning mellem gruppe og periode

ϵ_{ijk} = Tilfældig residual, $N(0, \sigma_e^2)$

Da der ikke var vekselvirkning mellem gruppe og periode for nogen af egenskaberne blev vekselvirkningen udeladt i den endelige model.

Egenskabernes gentagelighed beregnes som $\sigma_k^2 / (\sigma_k^2 + \sigma_e^2)$, og er et udtryk for sammenhængen mellem målinger på samme ko, når

der er korrigeret for modellens øvrige effekter.

Til beregning af sammenhængen mellem parametrene i de enkelte perioder og på tværs af perioder er anvendt Pearsons Correlation Coefficients (SAS, 1982).

3 Resultater og diskussion

Resultaterne fra forsøget er vist i tabel 3. Som det ses fungerede gruppeinddelingen efter hensigten, idet der var signifikant forskel på grupperne i tørstofoptagelse/100 kg kropsvægt ($p < 0,05$). Dette skyldes dog ikke en forskel i tørstofoptagelse, men hovedsagelig en forskel i vægten mellem de to grupper ($p < 0,05$), hvor køerne med lav tørstofoptagelse pr. 100 kg kropsvægt er de tungeste ved kælvning og i alle tre perioder. Der var desuden forskel mellem grupperne for ydelse ($p < 0,05$), idet gruppen med høj foderoptagelse havde den højeste ydelse i alle tre perioder. Øvrige forskelle mellem grupperne i tabel 2 er ikke signifikante.

Som det ses af tabel 3 blev ønsket om at undersøge køerne på forskellige fysiologiske stadier ikke helt nået, idet køerne allerede i den anden periode var i positiv energibalance. Halvdelen af køerne havde dog endnu ikke nået deres kælvningsvægt. Der er forskel mellem perioderne i passagehastighed ($p < 0,01$), vægt ($p < 0,001$), tilvækst ($p < 0,001$) og ydelse ($p < 0,001$). Passagehastigheden er højest i periode 3 for begge grupper og lavest i periode 2 for gruppen med høj foderoptagelse, men i periode 1 for gruppen med lav foderoptagelse. Vægt og vægtændring øges gennem laktationen for begge grupper, mens ydelsen er faldende.

Tabel 3 Tørstofoptagelse, passagehastighed, fordøjet tørstof, vægt, vægtændring og ydelse afhængig af gruppe (høj vs. lav foderoptagelse) og tidspunkt i laktationen (mindste kvadraters gennemsnit)

Dry matter intake, rate of passage, digested DM, weight and weight changes and yield dependent on group (high vs. low feed intake) and stage of lactation (Least square means)

Gruppe (G)	Group (G)	Høj foderoptagelse			Lav foderoptagelse			P-værdier	
		<i>High feed intake</i>			<i>Low feed intake</i>			<i>P-value</i>	
Periode (P)	Period (P)	1	2	3	1	2	3	G	P
Dage efter kælvning	<i>Days after parturition</i>	26	79	141	39	93	152		
Kælvningsvægt, kg	<i>Weight at calving, kg</i>	564			659				
Dag for minimumsvægt	<i>Day for minimum weight</i>	19			37				
Mobilisering, kg ¹	<i>Mobilization, kg¹</i>	18			29				
Tørstofoptagelse, kg/dag	<i>DM intake, kg/day</i>	21,9	23,3	22,7	21,2	21,2	21,5	0,3462	0,5416
Tørstofoptagelse, kg/100 kg kovægt/dag	<i>DM intake, kg/100 kg cow weight/day</i>	4,0	4,1	3,9	3,4	3,2	3,1	0,0110	0,0834
Passagehastighed, %/time	<i>Passage rate, %/hour</i>	4,31	3,96	4,87	4,02	4,24	4,79	0,9153	0,0055
Fordøjet tørstof, %	<i>Digested DM, %</i>	72	74	76	75	74	76	0,5181	0,1096
Vægt, kg	<i>Weight, kg</i>	553	564	590	634	657	708	0,0286	0,0000
Vægtændring, g/dag	<i>Weight change, g/day</i>	-125	350	480	-35	664	970	0,1136	0,0008
Ydelse, kg EKM ²	<i>Yield, kg ECM²</i>	37,7	36,0	32,0	33,8	28,2	22,6	0,0169	0,0002

¹ Mobilisering = kælvningsvægt - minimumsvægt - (*Mobilization = weight at calving - minimum weight*)

² Energikorrigeret mælkeydelse i henhold til Sjaunja et al. (1990) - (*Energy corrected milk yield according to Sjaunja et al. (1990)*)

I tabel 4 ses gentageligheden for de enkelte egenskaber, standardafvigelsen på denne samt estimaterne på varianskomponenten af ko

inden for gruppe og residualvarianskomponenten, som er brugt til beregning af gentageligheden.

Tabel 4 Gentagelighed, standardafvigelse samt estimaterne på varianskomponenten af ko inden for gruppe og residualvarianskomponenten for tørstofoptagelse, passagehastighed, fordøjet tørstof, vægt og vægtændringer samt ydelse

Repeatability, standard deviations and the estimates of the variance component of cow by group and the residual variance component for dry matter intake, rate of passage, digested DM, weight and weight changes and milk yield

Egenskab Trait	Gentagelighed Repeatability	Standardafvigelse Standard deviation	Varianskomponenter Variance components	
			σ_k^2	σ_e^2
Tørstofoptagelse, kg pr. dag DM intake, kg/day	0,68	0,15	4,4	2,1
Tørstofoptagelse/100 kg kovægt/dag DM intake/ 100 kg cow weight /day	0,74	0,13	0,16	0,06
Passagehastighed, %/time Passage rate, %/hour	0,32	0,22	0,11	0,23
Fordøjet tørstof, % Digested DM, %	0,25	0,23	2,5	7,6
Vægt, kg Weight, kg	0,90	0,05	4039	434
Vægtændring, g/dag Weight change, g/day	0,14	0,22	26781	159960
Ydelse, kg EKM Yield, kg ECM	0,53	0,19	13,8	12,1

Der er en høj gentagelighed for målingerne på tørstofoptagelse, tørstofoptagelse pr. 100 kg, vægt og ydelse. For passagehastighed, fordøjet tørstof og vægtændring er gentageligheden lav og ikke signifikant forskellig fra 0. Gentageligheden er teoretisk den øverste grænse for heritabiliteten på en egenskab. Resultaterne i tabel 4 antyder således, at passagehastighed er en egenskab med lav arvbarhed sammenlignet med tørstofoptagelse og ydelse. Hohenboken et al. (1991) anvendte Yb som markør og fandt ingen sammenhæng mellem målinger på de samme dyr med 35 dages mellemrum, men her var kraftfoder/-grovfoder forholdet ændret så meget, at det heller ikke ville kunne forventes. Nærværende resultater stemmer imidlertid ikke overens

med resultaterne fundet af Ørskov et al. (1988), hvor gentageligheden på passagehastighedsmålinger blev bestemt til 0,84. I forsøget af Ørskov et al. (1988) blev passagehastighedsmålingerne udført med ca. 2 ugers mellemrum og var således ikke påvirket af ændringer i køernes fysiologiske stadie, hvilket givetvis er tilfældet i nærværende forsøg.

En årsag til lav gentagelighed kan være måleusikkerhed. Resultaterne fra inkubation-forsøget viser, at mærkningen var tilfredsstillende og ved bestemmelse af passagehastigheden havde modellen R^2 -værdier fra 0,94 til 0,99. Dette antyder, at metoden med Yb-mærket halm fungerer tilfredsstillende, selvom det ikke har været muligt at fastslå om

halmpartiklerne følger den øvrige partikelfase eller om den målte passagehastighed kun gælder denne fraktion. Da partiklerne var mindre end 4,7 mm, som er den kritiske størrelse for at partikler passerer netmaveåbningen (Faichney, 1986) behøver partiklerne ikke nedbrydes yderligere for at kunne passere. Det forventes, at de Yb-mærkede halmpartikler følger de øvrige små partiklers flow gennem fordøjelseskanaalen. Det kan dog ikke udelukkes, at kogningen i forbindelse med mærkningen giver tilsvarende problemer som for krombejdsede partikler, hvor partiklerne bliver ufordøjelige og synker til bunds (Udén, 1988). Dette skyldes, at der på uforgærbare partikler ikke dannes gasbobler, der får dem til at flyde (Robinson et al., 1987). Samtidig er partiklernes specifikke vægtfylde øget i forhold til ubehandlede partikler, hvilket øger deres passagehastighed gennem fordøjelseskanaalen. En lettere overvurderet passagehastighed har ikke den store betydning i dette forsøg, hvor det ikke er de absolutte størrelser af de målte passagehastigheder, der er i fokus, men derimod sammenligningen mellem 2 grupper dyr.

Sammenhængene mellem tørstofoptagelse, passagehastighed og øvrige egenskaber fremgår af tabel 5. I nærværende forsøg sås ingen sammenhæng mellem fordøjet tørstof og passagehastighed. Dette er i overensstemmelse med Ingvartsen og Weisbjerg (1993) der gennemførte deres forsøg på køer, der var lige så langt herne i laktationen som periode 2 i nærværende forsøg. Ørskov et al. (1988) fandt derimod en negativ sammenhæng mellem passagehastighed og fordøjelighed på køer der var 6-8 uger efter kælvning, hvilket svarer til periode 1 i denne undersøgelse. Ørskov et al. (1988) fandt en korrelation mellem tørstofoptagelse og passagehastighed på ca. 0,60, hvilket svarer til sammenhængen i periode 2 på 0,55. I de øvrige perioder er der dog ingen sammenhæng mellem tørstofoptagelse og passagehastighed. I nærværende undersøgelse er der ingen sammenhæng mellem tørstofop-

tagelse pr. 100 kg og passagehastighed eller fordøjet tørstof. Ingvartsen og Weisbjerg (1993) fandt en korrelation mellem tørstofoptagelse pr. 100 kg og passagehastighed og fordøjet tørstof på henholdsvis 0,62 ($p=0,03$) og 0,31 ($p=0,30$).

Ingvartsen og Weisbjerg (1993) fandt på et forholdsvis beskedent materiale med to racer en tydelig sammenhæng mellem tørstofoptagelse pr. 100 kg og passagehastighed, uden at der var en negativ effekt på fordøjet tørstof. En sådan sammenhæng kunne ikke findes i nærværende forsøg på trods af en tilsvarende forskel i tørstofoptagelse pr. 100 kg mellem de to grupper, som beskrevet i forsøget af Ingvartsen og Weisbjerg (1993). Årsagen til at den samme sammenhæng ikke ses indenfor en race kan måske være, at der udover tørstofoptagelse pr. 100 kg er andre forskelle mellem SDM og Jersey, der kan have en indvirkning på passagehastigheden. Dürst et al. (1993) har således fundet, at Jerseykøers ædeadfærd er forskellig fra såvel Simmental som Holstein Friesian. Jerseykøerne havde flere, men mindre måltider hver dag og selvom de optog mindre foder havde de længere ædetid end køer af de andre racer. En længere ædetid forventes at bevirke større spytproduktion og sandsynligvis forbedret vommiljø og vomomsætning som sandsynligvis øger såvel forgæringshastighed som passagehastighed. Silanikove et al. (1993) fandt hos geder, at der var raceforskelle i væskepassage, hvilket antyder, at der kan være genetiske forskelle i andre faktorer relateret til passage, som f.eks. vommotilitet. Okine et al. (1989) fandt, at størrelsen af vomkontraktioner, fremfor deres frekvens, er med til at bestemme passagehastigheden af såvel væske som partikler. Hos gederne fandt Silanikove et al. (1993) desuden, at raceforskellene i partiklernes gennemsnitlige opholdstid i vommen var større end forskellene i væskepassage, hvilket antyder, at der kan være forskelle i passagen af net-bladmaveåbningen eller i partiklernes måde at bevæge sig gennem vommen.

Det er fortsat uafklaret, om der inden for en race kan findes lignende forskelle i ædeadfærd m.m., der kan være med til at påvirke passagehastigheden af foderet og dermed foderoptagelsen.

Table 5 Korrelationer mellem egenskaberne
Correlation between traits

Alle perioder (Total period)						
	2	3	4	5	6	7
1 Tørstofoptagelse (DM intake)	0,63	0,04	-0,21	0,56	0,13	0,27
2 Tørstofoptagelse/100kg (DM intake/100 kg)		-0,74	-0,42	0,69	-0,11	0,02
3 Vægt (Weight)			0,39	-0,43	0,22	0,23
4 Vægtændring (Weight change)				-0,69	0,09	0,10
5 Ydelse (Yield)					-0,05	-0,22
6 Passagehastighed (Passage rate)						0,06
7 Fordøjet tørstof (Digested DM)						
Periode 1 (First period)						
	2	3	4	5	6	7
1 Tørstofoptagelse (DM intake)	0,69	-0,00	-0,30	0,69	-0,21	0,37
2 Tørstofoptagelse/100kg (DM intake/100 kg)		-0,72	-0,04	0,43	-0,15	0,11
3 Vægt (Weight)			-0,20	0,06	0,01	0,29
4 Vægtændring (Weight change)				-0,65	-0,13	0,19
5 Ydelse (Yield)					0,30	-0,01
6 Passagehastighed (Passage rate)						-0,48
7 Fordøjet tørstof (Digested DM)						
Periode 2 (Second period)						
	2	3	4	5	6	7
1 Tørstofoptagelse (DM intake)	0,68	0,03	-0,56	0,89	0,55	0,03
2 Tørstofoptagelse/100kg (DM intake/100 kg)		-0,70	-0,76	0,86	-0,00	0,27
3 Vægt (Weight)			0,51	-0,33	0,49	-0,33
4 Vægtændring (Weight change)				-0,69	-0,09	-0,32
5 Ydelse (Yield)					0,29	-0,05
6 Passagehastighed (Passage rate)						0,18
7 Fordøjet tørstof (Digested DM)						
Periode 3 (Third period)						
	2	3	4	5	6	7
1 Tørstofoptagelse (DM intake)	0,57	-0,02	-0,28	0,51	0,26	0,43
2 Tørstofoptagelse/100kg (DM intake/100 kg)		-0,81	-0,68	0,85	0,20	-0,13
3 Vægt (Weight)			0,62	-0,68	-0,11	0,45
4 Vægtændring (Weight change)				-0,48	-0,33	-0,31
5 Ydelse (Yield)					0,18	-0,13
6 Passagehastighed (Passage rate)						0,12
7 Fordøjet tørstof (Digested DM)						

Korrelationer på $\pm 0,30$, $\pm 0,35$ og $\pm 0,57$ er signifikante på 0,1, 0,05 og 0,001% niveauet i øverste tabel, hvor alle perioder er samlet, mens korrelationer på $\pm 0,55$, $\pm 0,63$ og $\pm 0,87$ er signifikante på 0,1, 0,05 og 0,001% niveauet i de enkelte perioder.

Correlations of $\pm 0,30$, $\pm 0,35$ and $\pm 0,57$ are significant on the 0.1, 0.05 and 0.001% level in the total period, while correlations of $\pm 0,55$, $\pm 0,63$ og $\pm 0,87$ are significant on the 0.1, 0.05 og 0.001% level in the three separate periods.

4 Konklusion

Det har ikke været muligt at beskrive sikre sammenhænge mellem tørstofoptagelse og passagehastighed afhængig af tidspunkt i laktationen og fysiologisk stadie i nærværende forsøg. Passagehastigheden påvirkes sandsynligvis af koens fysiologiske stadie, men ud fra de foreliggende resultater er det ikke muligt at konkludere hvordan. Litteraturen viser, at koens ædeadfærd har betydning for partiklers passagehastighed. Hvorvidt denne faktor

er genetisk bestemt er ikke påvist, men det er sandsynligt, da der er i litteraturen er dokumenteret forskelle mellem racer.

Da passagehastighed desuden er en egenskab, der påvirkes af mange faktorer og da metoderne til bestemmelse af passagehastighed er behæftet med en vis usikkerhed, vil passagehastighed næppe være egnet til selektion for større foderoptagelseskapacitet.

Anerkendelser

Der skal rettes en stor tak til ledende forsøgstekniker Ejnør Serup, Statens Husdyrbrugsforsøg, for praktisk hjælp og rådgivning i forbindelse med forsøgets planlægning og fremstillingen af markørmaterialet. Der rettes også en stor tak til personalet på Ammitsbøl Skovgaard, hvor forsøget blev udført. En sær-

lig tak skal rettes til landbrugsmedhjælperne Ida Jacobsen, Thomas Jacobsen og Stig Simonson for udtagning af gødningsprøver.

Anne og Tage Mellers Mindefond takkes for økonomisk støtte til de kemiske analyser.

Litteratur

- Andersen, B.B., Madsen, P., Klastrup, S. & Ovesen, E. 1990. Avlsstationerne for kødproduktion 1988/89. Ber. 670. Statens Husdyrbrugsforsøg, Foulum. pp. 75.
- Campling, R.C. 1970. Physical regulation of feed intake. p.226-234. I: Phillipson, A.T. (ed.). Physiology og digestion and metabolism in the ruminant. Proc. third. Int. Symp. Cambridge, England.
- Dürst, B., Senn, M. & Langhans, W. 1993. Eating patterns of lactating dairy cows of three different breeds fed grass ad lib. *Phys. & Behav.* 54, 625-631.
- Faichney, G.J. 1986. The kinetics of particulate matter in the rumen. In: Control of Digestion and Metabolism in Ruminants (eds. Milligan, L.P., Grovum, W.L. og Dobson, A.) New Jersey. p. 173-195.
- Hartnell, G.F. & Satter, L.D. 1979. Determination of rumen fill, retention time and ruminal turnover rates of ingesta at different stages of lactation in dairy cows. *J. Anim. Sci.* 48, 381-392.
- Hohenboken, W.D., Bass, R.T.II, McClure, W.H. & Fontenot, J.P. 1991. Nutritional characteristics of Angus cows differing in lifetime calf production. *Can. J. Anim. Sci.* 71, 603-606.
- Ingvartsen, K.L. 1994. Models of voluntary food intake in cattle. *Livest. Prod. Sci.* 39, 19-38.
- Ingvartsen, K.L. & Weisbjerg, M.R. 1993. Jersey cows have a higher feed intake capacity and higher rate of passage than Friesian cows. *Arch. Tierz.* 36, 495-498.
- Okine, E.K., Mathison, G.W. & Hardin, R.T. 1989. Effects of changes in frequency of reticular contractions on fluid and particulate passage rates in cattle. *J. Anim. Sci.* 67, 3388-3396.
- Robinson, P.H., Tamminga, S. & Van Vuuren, A.M. 1987. Influence of declining level of feed intake and varying the proportion of starch in the concentrate on rumen ingesta quantity, composition and kinetics of ingesta turnover in dairy cows. *Livest. Prod. Sci.* 17, 37-62.
- SAS Institute Inc. 1982. SAS User's Guide: Statistics, 1982 Edition. Cary, NC, 584pp.
- Schürch, A.F., Lloyd, L.E. & Crampton, E.W. 1950. The use of chromic oxide as an index for determining the digestibility of a diet. *J. Nutr.* 50, 629-636.
- Siddons, R.C., Paradine, J., Beever, D.E. & Cornell, P.R. 1985. Ytterbium acetate as a particulate-phase digesta-flow marker. *Br. J. Nutr.* 54, 509-519.
- Silanikove, N., Tagari, H. & Shkolnik, A. 1993. Comparison of rate of passage, fermentation rate and efficiency of digestion of high fiber diet in desert Bedouin goats compared to Swiss Saanen Goats. *Small Ruminant Research.* 12, 45-60.
- Sjaunja, L.O., Baevre, B., Junkkarinen, L., Pedersen, J. & Setälä, J. 1990. A nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula. Paper presented at the 27th session of the ICRPMA. July 2-6, 1990. Paris, France. 4 pp.
- Søndergaard, E. 1995. Genetiske parametre for foderoptagelse hos RDM, SDM og Jersey. I: Fysiologiske og genetiske aspekter vedrørende foderoptagelsen hos malkekøer gennem laktationen. Speciale. KVL. 92 pp.
- Søndergaard, E. & Ingvartsen, K.L. 1994. Anvendelse af ytterbium i fordøjelseskinetiske studier. Intern rapport no. 38. Statens Husdyrbrugsforsøg, Foulum. pp. 17.

- Udén, P. 1988. The effect of grinding and pelleting hay on digestibility, fermentation rate, digesta passage and rumen and faecal particle size in cows. *Anim. Feed Sci. Tech.* 19, 145-157.
- Ørskov, E.R., Ojwang, I. og Reid, G.W. 1988. A study on consistency of differences between cows in rumen outflow rate of fibrous particles and other substrates and consequences for digestibility and intake of roughages. *Anim. Prod.* 47, 45-51.

50,- kr.