



30. APRIL

NR. 539

Næringsværdien af botanisk definerede møllerifraktioner af byg

2. Effekten af den mikrobielle aktivitet i blind- og tyktarm hos rotter på fordøjeligheden af protein og energi i inderavner og endosperm fra Bomi og M-1508.

K. E. Bach Knudsen¹, J. Wolstrup² og B. O. Eggum¹

¹ *Afdelingen for dyrefysiologi og biokemi, Statens Husdyrbrugsforsøg*

² *Afdelingen for almen mikrobiologi og økologi, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole*

Indvirkningen af den mikrobielle aktivitet i tarmkanalen på sand fordøjelig protein (SF) og fordøjelig energi (FE) i endosperm og inderavner fra Bomi og M-1508 blev undersøgt på rotter med normal og reduceret mikroflora. Mikrofloraen blev reduceret ved tilsætning af Nebacitin.

Nebacitintilsætningen reducerede ATP- og VFA-koncentrationen til henholdsvis 13 og 29% i forhold til ubehandlede prøver. Nedgangen i VFA-udskillelsen med fæces var dog kun marginal, som følge af Nebacitinbehandlingen.

Den mikrobielle aktivitet var stærkt påvirket af foderets sammensætning. ATP- og VFA-koncentrationen var højere hos rotter fodret med M-1508 endosperm end med foder fra Bomi endosperm. Dette var forårsaget af, at M-1508 endosperm indeholdt 50% mere hemicellulose og 80% mere β -glukan, der hovedsagelig forgæres i blind- og tyktarm. Substitutionen af endosperm med inderavner reducerede derimod ATP- og VFA-koncentrationen. Dette skyldes sikkert en langsommere frigørelse af næringsstoffer fra fiberholdigt materiale og en hurtigere passagehastighed.

Mikrofloraen havde en signifikant indflydelse på SF- og FE-værdierne, når diæten bestod af endosperm fra M-1508. FE var lavere og SF højere i den Nebacitin behandlede prøve end i ubehandlet prøve af M-1508 endosperm, hvilket indikere mikrobiel proteinsyntese i tarmkanalen hos ubehandlede dyr. I holdene med inderavner blev der ikke iagttaget nogen effekt af mikrofloraen på SF.

Indledning

Det er veldokumenteret, at den mikrobielle aktivitet i blind- og tyktarm hos enmavede dyr kan have en signifikant indflydelse på udnyttelsen af foderets protein og energi. Udnyttelsen af fibre (cellulose, hemicellulose) sker primært ved hjælp af mikrofloraen i blind- og tyktarm, da der ikke findes cellulolytiske enzymer i hverken

maven eller i tyndtarmen. Stivelsen bliver hovedsageligt fordøjet i tyndtarmen, men det er også vist, at signifikante mængder stivelse først bliver fordøjet under passagen af blind- og tyktarm. Dette kan også ske med stivelse fra kornarterne.

Det er også velkendt, at såvel proteinnedbrydningen som syntesen i blind- og tyktarm er afhængig af mængde og type af ufordøjet foder, som

kommer ned til den nedre del af fordøjelseskana- len. Fiberholdigt materiale synes at have en mindre effekt på forgæringsgraden end f.eks. sti- velse.

Adenosin 5¹-triphosphate (ATP) er en god ind- ikator for den mikrobielle aktivitet i fordøjelse- skanalen, og den har således været benyttet i en række forsøg med antibiotika for at måle antibio- tikaens indflydelse på mikrofloraen i fordøjel- seskanalen. I et foregående arbejde blev sand fordøjelig protein (SF) og fordøjelig energi (FE) bestemt i endosperm og inderavner af henholds- vis Bomi og M-1508, medens det i det foreliggen- de arbejde er tilstræbt at måle, hvor stor effekt mikrofloraen i tarmkanalen har på de opnåede værdier.

Materiale og metoder

Endosperm og inderavner fra Bomi og M-1508 blev separeret som beskrevet i meddelelse nr. 538. Endospermfraktionen var den samme, som der blev benyttet i meddelelse nr. 538, hvorimod der blev fremstillet en ny fraktion af inderavner. Den kemiske sammensætning er vist i tabel 1. Fo- derblandingerne blev målt med og uden tilsæt- ning af 7 g Nebacitin/kg tørstof og alle foderblan- dinger fik tilsat 50 g kasein/950 g tørstof for at sti- mulere ædelysten. Da kasein protein er fuldstæn- dig fordøjelig, kunne man således beregne fordø- jeligheden af protein fra endosperm og inderav- ner. Blandingsforholdet mellem endosperm og inderavner var enten 100/0 eller 50/50.

Resultater

Det fremgår af den kemiske sammensætning, at endosperm fra M-1508 har et langt højere pro- tein-, fedt-, β -glukan- og hemicelluloseindhold end endosperm fra Bomi. Det kan endvidere ses af tabel 1, at inderavner hovedsagelig bestod af cellulose + lignin og hemicellulose.

SF og FE af endosperm fra M-1508 var lidt la- vere end for endosperm fra Bomi. Når halvdelen af endosperm blev ombyttet med inderavner, faldt fordøjeligheden stærkt. For Bomiblandin- gerne faldt SF fra 100 til 88% og FE fra 96 til 54%. Værdierne for M-1508 var stort set de samme. Nebacitinbehandlingen påvirkede SF-værdierne i

Tabel 1. Kemisk sammensætning af endosperm og inderavner fra Bomi og M-1508 (g/kg tørstof)

	M-1508		Bomi	
	Endosperm	Endosperm	Inderavner	Inderavner
Protein	110.5	84.4	30.0	
Fedt	34.3	12.8	20.8	
Aske	13.7	8.7	60.6	
Stivelse + sukker	809.6	872.8	41.4	
Cellulose + lignin	0	0	432.8	
β -glukan	15.0	8.3	1)	
Hemicellulose	31.9	21.8	414.4	

¹⁾ Ikke bestemt

Tabel 2. Effekten af endospermtypen, inderavner og Nebacitin på proteinets sande fordøjelighed (SF) og fordø- jelig energi (FE)

Diæt endosperm/Inderavner	Nebacitin	SF (%)	FE (%)
Bomi 100/0	-	100	96
Bomi 100/0	+	110	99
Bomi 50/50	-	88	54
Bomi 50/50	+	86	52
M-1508 100/0	-	94	94
M-1508 100/0	+	97	91
M-1508 50/50	-	86	53
M-1508 50/50	+	86	52
<i>Effekt af:</i>			
Endosperm		***	***
Inderavner		***	***
Nebacitin		***	IS

IS - ikke signifikant; *** P<0.001.

positiv retning for blanding 100/0, medens vær- dierne for blanding 50/50 nærmest var upåvirke- de.

Den mikrobielle aktivitet i blindtarmsindhold udtrykt ved ATP og VFA er vist i tabel 5. Begge parametre var påvirkede af foderblandinger- nes sammensætning og Nebacitinbehandlingen. Spe- cielt Nebacitin havde en stærk effekt, idet ATP og VFA blev reduceret til henholdsvis 13 og 29% i forhold til de ubehandlede grupper. Det ses end- videre, at ATP-værdierne gennemgående var hø- jere hos rotter, der fik endosperm fra M-1508 sammenlignet med dem, der fik endosperm fra Bomi. Den samme tendens kunne også ses for VFA-værdierne. Der blev endvidere fundet vek- selvirkning mellem endosperm og inderavner.

Tabel 3. Effekten af endospermtypen, inderavner og Nebacitin på indholdet af adenosin 5'-triphosphate (ATP) og flygtige fede syrer (VFA) i blindtarmen

Diæt Endosperm/inderavner	Nebacitin	ATP μg/g tørstof	VFA μmol/g tørstof
Bomi 100/0	-	218	272
Bomi 100/0	+	9	47
Bomi 50/50	-	118	164
Bomi 50/50	+	19	70
M-1508 100/0	-	258	535
M-1508 100/0	+	44	138
M-1508 50/50	-	185	169
M-1508 50/50	+	30	81
<i>Effekt af:</i>			
Endosperm		IS	***
Inderavner		*	***
Nebacitin		**	***

IS – ikke signifikant;

* P<0.05. ** P<0.01; *** P<0.001.

Koncentrationen af VFA blev reduceret fra 535 til 169 μmol/g tørstof, når dyrene fik endosperm fra M-1508 og fra 272 til 164 μmol/g tørstof, når endosperm kom fra Bomi. Der var også vekselvirkning mellem Nebacitin og inderavner, idet inderavner reducerede den negative effekt af Nebacitin på den mikrobielle aktivitet.

Udskillelsen og fordelingen af VFA i fæces er vist i tabel 4. Foderblandingerne sammensætning havde en afgørende indflydelse på den daglige VFA udskillelse, idet udskillelsen steg fra 32 og 43 μmol/dag for rotter, som fik Bomi, og M-1508 endosperm til henholdsvis 244 og 289 μmol/dag for de modsvarende blandinger, hvor 50% endosperm blev erstattet med inderavner. Rotter, der fik endosperm fra M-1508, udskilte også mere VFA end rotter, der fik endosperm fra Bomi. Nebacitin reducerede VFA udskillelsen i alle hold med undtagelse af holdet Bomi 100/0. Dette skyldes den meget lave fæcesudskillelse hos dette hold. Den relative molære fordeling i VFA var påvirket af både inderavner og Nebacitin. Begge faktorer stimulerede eddikesyreproduktionen, medens indholdet af de andre syrer var reduceret. Propionsyreindholdet var endvidere højere hos de dyr, der fik endosperm fra M-1508 end hos dem, der fik endosperm fra Bomi.

Diskussion

Nebacitinbehandlingen kunne ikke fuldstændig eliminere mikrofloraen i fordøjelseskanaalen. Værdierne for ATP og VFA tabel 5 og 6 viser, at der var signifikant mikrobiel forgæring også hos de Nebacitinbehandlede dyr, selvom den var meget stærkt reduceret.

Tabel 4. Effekten af endospermtypen, inderavner og Nebacitin på fæces ekskretionen af flygtige fede syrer (VFA) og VFA-fordelingen

Diæt Endosperm/Inderavner	Nebacitin	VFA ekskretion μmol/dag	VFA-fordeling		
			C-2	C-3	C-4
Bomi 100/	-	32	0.76	0.08	0.10
Bomi 100/0	+	4	0.93	0.05	0.01
Bomi 50/50	-	244	0.94	0.05	0.02
Bomi 50/50	+	200	0.97	0.02	0.01
M-1508 100/0	-	43	0.75	0.12	0.09
M-1508 100/0	+	44	0.88	0.10	0.09
M-1508 50/50	-	289	0.93	0.05	0.02
M-1508 50/50	+	238	0.96	0.03	0.00
<i>Effekt af:</i>					
Endosperm		***	IS	**	IS
Inderavner		***	***	***	***
Nebacitin		***	***	*	***

IS – ikke signifikant;

* P<0.05; ** P<0.01; *** P<0.001.

Den mikrobielle aktivitet var påvirket af foderets sammensætning. Dette kan sluttes af, at ATP- og VFA-koncentrationerne i blindtarmen var højest hos rotter fodret med M-1508 endosperm sammenlignet med foder fra Bomi endosperm. Dette er i overensstemmelse med foderets kulhydratsammensætning, idet endosperm fra M-1508 indeholder ca. 50% mere hemicellulose og ca. 80% mere β -glukan end Bomi endosperm. Hemicellulose og β -glukan forgæres hovedsagelig i blind- og tyktarm. Det er også et spørgsmål, om ikke det højere β -glukanindhold i M-1508 endosperm virker reducerende på fordøjeligheden af stivelse i tyndtarmen med det resultat, at mere letforgærlig energi passerer til blind- og tyktarmen. Hos kyllinger er der fundet en sådan effekt af β -glukan.

Ved at erstatte endosperm med inderavner får man nedsat foderets passagehastighed betragteligt. Dette sammen med en langsommere frigørelse af næringsstoffer fra fiberholdigt materiale kan forklare den stærke negative effekt af inderavner på ATP og VFA. Den lave fordøjelighed af energien i inderavner, viser også, at næsten alt tørstof fra inderavner passerede ufordøjet igennem fordøjelseskanaalen. Fodermidler, der er modstandsdygtige mod fordøjelsesenzymer, er således også vanskelige at forgære for mikrofloraen i blind- og tyktarm.

Det højere indhold af propionsyre i fæces fra rotter fodret med endosperm fra M-1508 indikerer en hurtig omsætning af rester fra denne fraktion i blind- og tyktarm. Dette støtter antagelsen om, at det højere β -glukanindhold reducerer fordøjeligheden af stivelse i tyndtarmen. Det er velkendt fra drøvtyggere, at under sådanne forhold

sænkes pH hurtigt med det resultat, at propionsyreproducerende mikroorganismer favoriseres. På den anden side er det også kendt, at cellulose favoriserer produktionen af eddikesyre. Dette ses også i dette forsøg, hvor ombytning af endosperm med inderavner, resulterer i mere eddikesyre i fæces. Nebacitintilsætning havde samme effekt, hvilket tyder på, at de eddikesyreproducerende mikroorganismer er mindre følsomme for Nebacitinbehandling end propionsyre- og smørproducerende mikroorganismer.

Flere undersøgelser har vist et signifikant fald i fordøjeligheden af N, når der forgæres stivelse i blind- og tyktarm. Det er ligeledes vist, at antibiotika kunne modvirke et sådant fald. I denne undersøgelse var der en lignende effekt af Nebacitin på både SF og FE, når der blev fodret med endosperm fra M-1508, hvilket indikerer mikrobiel proteinsyntese i blind- og tyktarm hos de ubehandlede dyr.

På grund af en relativ lav mikrobiel aktivitet, når der blev fodret med store mængder inderavner, var SF-værdierne ikke påvirket af Nebacitin. På den anden side var SF og FE langt lavere, når diæterne indeholdt inderavner. Dette skyldes, at N i inderavner er stærkt associeret til fibre, og at mikrofloraen kun kan forgære minimale mængder som følge af næringsstoffernes utilgængelighed. En anden årsag er, at foderets transitid bliver nedsat ved et højt fiberindhold i foderet.

Undersøgelsen viser, at effekten af mikrofloraen på fordøjeligheden af såvel protein som energi primært er afhængig af mængden og nedbrydeligheden af de foderrester, der når blind- og tyktarm.