



Effekten af fibre og mikrobiel aktivitet i fordøjelseskana-len hos rotter på proteinets sande fordøjelighed og biologiske værdi

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

Den mikrobielle aktivitet var 7 og 5 gange højere i henholdsvis blind- og tyktarm end i tyndtarm. Sammenhængen mellem inderavner og den mikrobielle aktivitet i tyndtarm kunne beskrives ved en konveks andengradsligning, hvorimod kurveformen i blindtarmen var konkav. De laveste henholdsvis højeste mikrobielle aktiviteter blev opnået ved et indhold af 0,25 til 0,30 dele inderavner i foderet.

SF var stærkt negativt påvirket af iblanding af inderavner, idet SF faldt fra 94,5% i kontroldiæten (0,00) til 84,3% ved højeste indhold af inderavner (0,50). Effekten af inderavner på BV var mere udtalt med fald fra ca. 90% i kontroldiæten (0,00) til henholdsvis 62,6% (-Nebacitin) og 47,1% (+Nebacitin) i foderrationer med de højeste iblandinger af inderavner (0,50).

Det blev konkluderet, at mikrofloraen ikke havde nogen signifikant effekt på SF, hvorimod BV var signifikant påvirket ved de højeste niveauer af inderavner. Effekten på BV var imidlertid foranlediget af en lav fordøjelighed af energien, der resulterede i, at en del absorberet protein blev anvendt som energi.

Indledning

Det er velkendt, at foderets sammensætning påvirker den mikrobielle aktivitet i fordøjelseskana-len hos enmavede såvel som hos flermavede dyr. Betydningen af den mikrobielle forgæring hos enmavede dyr for protein- og energiomsætningen er dog stadigvæk under stærk diskussion. Flere forsøg har således vist, at stivelse, der ikke nedbrydes under passagen af tyndtarmen, har en meget stimulerende effekt på bakterievæksten i fordøjelseskana-len, medens omvendt cerealiefibre syntes at være en dårlig ener-

gikilde for mikrofloraen. Dette kan skyldes, at cerealiefibre har en stor vandbindende evne, hvilket resulterer i en hurtigere passage af foderet gennem fordøjelseskana-len, hvorved der bliver mindre tid til mikrobiel forgæring. Endvidere viser en række forsøg, at de forskellige former for fibre vil være mere eller mindre velegnet som energikilde for mikrofloraen.

Formålet med denne undersøgelse var at måle effekten af fibre fra inderavner af byg på den mikrobielle aktivitet i forskellige afsnit af fordøjel-

seskanalen hos rotter. Endvidere målt effekten på proteinomsætningen udtrykt ved proteinets sande fordøjelighed (SF) og biologiske værdi (BV). Som udtryk for den mikrobielle aktivitet blev benyttet adenosin 5'-triphosphate (ATP) koncentrationen i tarmindeholdet. Nebacitin blev anvendt for at reducere mikrofloraen.

Materialer og metoder

Der blev fremstillet seks foderblandinger af byg, inderavner, kasein, N-fri blanding, mineraler og vitaminer i forskellige kombinationer. Koncentrationen af inderavner varierede fra 0 til 500 g/kg tørstof. Den modsvarende koncentration af træstof varierede fra 17,7 til 105,4 g/kg tørstof. Alle blandinger blev givet med og uden 7 g Nebacitin/kg tørstof. For at stimulere ædelysten blev der til alle blandinger tilsat 50,11 g kasein/kg tørstof. Da proteinet i kasein er fuldstændig fordøjelig kunne man stadigvæk få et godt skøn for proteinets fordøjelighed i såvel inderavner som byg. Afdelingens sædvanlige teknik for rotteforsøg blev benyttet. Ved forsøgenes afslutning blev der udtaget prøver fra indholdet i tynd-, blind- og tyktarm for bestemmelse af ATP.

Resultater

ATP koncentrationen var signifikant forskellig i de forskellige afsnit af tarmkanalen. Den var også påvirket af Nebacitinbehandlingen og af niveauet af inderavner. Dette fremgår tydeligt af figur 1 A-C. De gennemsnitlige ATP værdier var 7 til 5 gange højere i henholdsvis blind- og tyktarm sammenlignet med værdierne i tyndtarmen. ATP

Tabel 1. Den kemiske sammensætning af byg, inderavner og kasein (g/kg tørstof)

	Byg	Inderavner	Kasein
Protein (Nx6,25)	118.8	30.0	936.0
Fedt	34.1	14.8	14.9
Aske	22.2	67.9	35.2
Træstof	44.9	375.8	—
NFE	780.0	511.5	13.9
Stivelse + sukker	646.6	40.6	4.7

i tyktarmen var kun 65% af koncentrationen i blindtarmen.

Af figur 1 fremgår også, at den relative betydning af henholdsvis blind- og tyktarm som sæde for den mikrobielle forgøring var påvirket af foderets sammensætning. Ved det højeste fiberindhold i foderet (0,50 inderavner) var den mikrobielle aktivitet i tyktarmen 111% af aktiviteten i blindtarmen, medens rotterne med 0,20 eller 0,30 dele inderavner i foderet havde en ATP koncentration i tyktarm på henholdsvis 53 og 40% af værdierne i blindtarmen.

Denne vekselvirkning er også beskrevet i de enkelte regressionsligninger i figur 1. ATP niveauet i tynd- og tyktarm beskrives ved konvekse andengradsligninger med et minimumsniveau ved henholdsvis 0,30 og 0,25 dele inderavner i foderet. For blindtarmen derimod var kurveforløbet modsat, idet ATP koncentrationen var højest ved 0,25 dele inderavner i foderet. Et indhold af 0,25 og 0,30 dele inderavner i foderet modsvarer et træstofindhold på henholdsvis 112 og 130 g/kg tørstof.

Tabel 2. Forsøgsdiætternes¹⁾ sammensætning (g/kg tørstof)

Inderavner (forholdstal)	0.	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50
Byg	394.60	394.60	394.60	394.60	394.60	394.60
Inderavner	0	99.86	199.72	299.57	399.43	499.29
Kasein	50.11	50.11	50.11	50.11	50.11	50.11
N-fri blanding	499.29	399.43	299.57	199.72	99.86	0
Mineralblanding	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00	40.00
Vitaminblanding	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00	16.00
Protein	93.8	96.8	99.8	102.8	105.7	108.7
Træstof	11.7	55.2	92.8	130.3	167.8	205.4

¹⁾ Alle diæter blev afprøvet uden eller med 7 g Nebacitin/kg tørstof

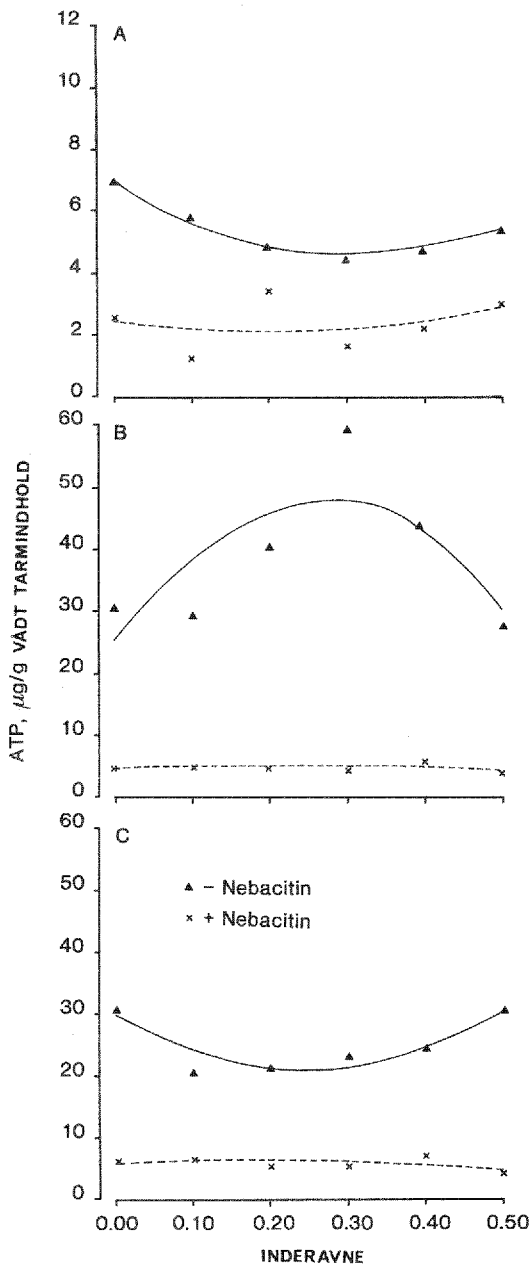


Fig. 1. Indflydelsen af indervæne (X) på ATP koncentrationen i tarmindehold fra

Tyndtarm (A); $\text{ATP} = 6.96 - 15.4X + 2.45X^2$ (-Nebacitin);
 $\text{ATP} = 2.42 - 2.97X + 7.39X^2$ (+Nebacitin);
 Blindtarm (B); $\text{ATP} = 25.1 + 176X - 329X^2$ (-Nebacitin);
 $\text{ATP} = 4.69 + 2.09X - 4.64X^2$ (+Nebacitin);
 Tyktarm (C); $\text{ATP} = 30.0 - 75.1X + 155X^2$ (-Nebacitin);
 $\text{ATP} = 6.01 + 3.67X^2 - 9.98X^2$ (+Nebacitin);

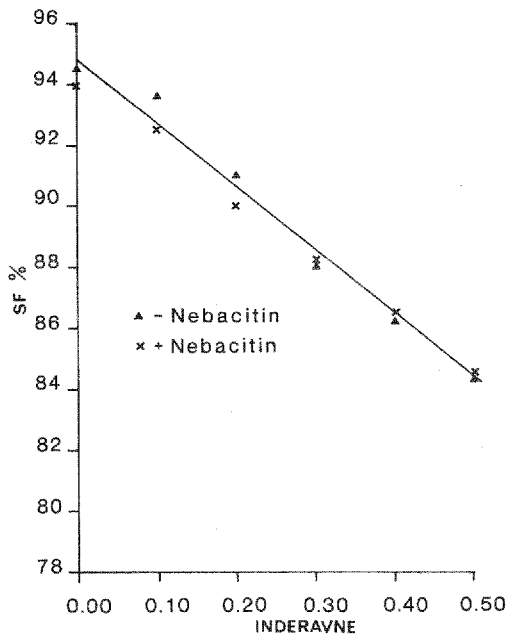


Fig. 2. Indflydelsen af indervæne (X) på sand fordøjelig protein (SF); $\text{SF} = 94.6 - 20.7X$

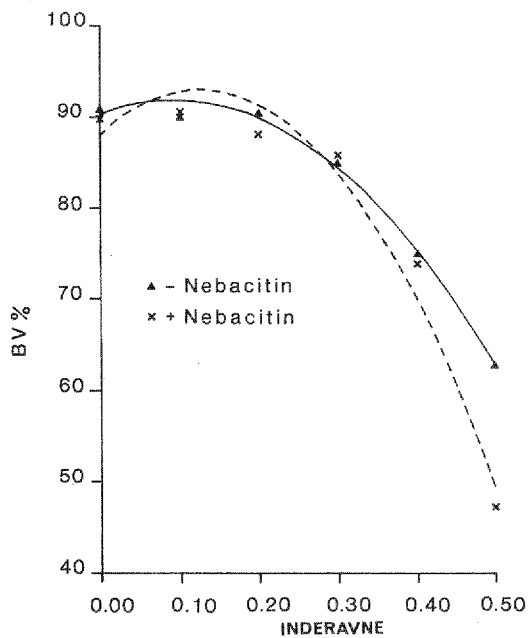


Fig. 3. Indflydelsen af indervæne (X) på biologisk værdi (BV);
 $\text{BV} = 90.2 + 33.8X - 177.5X^2$ (-Nebacitin);
 $\text{BV} = 88.0 + 78.7X^2 - 309.9X^2$ (+Nebacitin);

Nebacitin i foderet reducerede ATP værdierne med ca. 80%. Reduktionen var mest udtalt i blindtarmen (88%) og tyktarmen (76%) og langt mindre i tyndtarmen (44%).

SF og BV af de seks rationer med og uden Nebacitin er vist i figurerne 2 og 3. Som forventet havde inderavner en meget stærk negativ effekt på proteinets fordøjelighed, idet SF faldt fra 94,5% til 84,3% ved det højeste indhold. Nebacitin havde ingen signifikant effekt på proteinets sande fordøjelighed. Effekten af inderavner på den biologiske værdi var langt mere udtalt end tilfældet var for SF, idet BV faldt fra ca. 90,0% i blandingerne uden inderavner til 62,6% (-Nebacitin) og 47,1% (+Nebacitin) i rationerne med 0,50 dele inderavner. Da effekten af Nebacitin på BV var signifikant blev der beregnet to andengradsregressionsligninger.

Diskussion

Resultaterne viser, at den mikrobielle aktivitet i fordøjelseskanaalen hos rotter bliver reduceret med ca. 80% ved Nebacitin behandling. Herved er det muligt at få et relativt godt skøn over effekten af mikrofloraen på udnyttelsen af protein og energi. De opnåede resultater viser endvidere, at blindtarmen hos rotter er det vigtigste organ for mikrobiel forgæring. Dette fremgår af, at man finder de højeste ATP koncentrationer i blindtarmen, ligesom tidligere undersøgelser har vist, at indholdet i blindtarmen er 2 til 3 gange højere end i tyktarmen.

Det blev endvidere vist, at koncentrationen af inderavner i foderet havde en signifikant effekt på den mikrobielle aktivitet i de tre undersøgte afsnit af fordøjelseskanaalen – men på forskellig måde. Dette kan forklares ved effekten af fibre på foderets passagehastighed samt af den langsomme frigørelse af næringsemner fra de fiberige inderavne. Disse to faktorer er begrænsende

for den mikrobielle vækst. ATP koncentrationen i tyndtarmen faldt således i overensstemmelse med den kortere passagetid ved ombytning af letforgærlig N-fri blanding med inderavner. I blindtarmen steg ATP koncentrationen derimod til et niveau af 0,25 dele inderavner i foderet, hvorefter der var et hurtigt fald. Det omvendte forløb blev iagttaget i tyktarmen, ligesom der var en klar tendens til en relativ højere mikrobiel forgæring i tyktarmen end i blindtarmen, når indholdet af inderavner oversteg 0,3 dele af foderet. Den primære årsag er, at næringsemnerne fra fibre først frigøres senere i fordøjelseskanaalen som følge af den højere passagehastighed.

Sammenhængen mellem ATP koncentrationen i blindtarmen og indholdet af fibre, indikerer linearitet mellem ATP og indholdet af træstof op til et niveau af 110–130 g/kg tørstof.

Proteinets fordøjelighed var negativt påvirket af inderavner. Dette skyldes, at N i inderavner er stærkt associeret til fibre, hvilket gør det vanskeligt at nedbryde også for mikrofloraen. Den kortere transitid med stigende fiberindhold vil også medføre mindre tid for mikrobiel forgæring. Den negative effekt af fibre på den biologiske værdi var meget udtalt. Den mest sandsynlige forklaring er, at den lave fordøjelighed af protein og energi i inderavner resulterer i katabolisering af absorberet protein. Specielt den meget lave værdi for BV ved det højeste indhold af inderavner + Nebacitin indikerer en særdeles lav energiabsorption, når mikrofloraen er stærkt reduceret.

Det kan således sluttes, at den mikrobielle aktivitet i fordøjelseskanaalen ikke havde nogen signifikant effekt på SF ved denne type af foderblandinger. BV var derimod signifikant påvirket ved de høje niveauer af inderavner, hvilket sandsynligvis var foranlediget af en ekstrem lav fordøjelighed af energien, der resulterede i, at en del absorberet protein blev anvendt som energi.