



9. AUGUST

NR. 503

Ernæringsmæssige og toksiske effekter af individuelle glucosinolater iblandet en standard diæt og fodret til rotter

1. Effekten på proteinets udnyttelse og størrelsen af visse organer

Nils Bille¹, Bjørn O. Eggum², Ingeborg Jacobsen², Ole Olsen³ og Hilmer Sørensen³

1. Afdelingen for Normal Anatomi og Patologisk Anatomi, KVL

2. Afdelingen for Dyrefysiologi, Biokemi og Analytisk Kemi, SH

3. Kemisk Institut, KVL

Undersøgelsen tog sigte på at få belyst, om der er forskelle i de ernæringsmæssige og toksiske effekter, som de enkelte glucosinolaters tilstedeværelse i foderet forvolder. Endvidere blev effekten af glucosinolatkoncentrationen i foderet undersøgt samt virkningen af glucosinolaternes spaltningsprodukter ved samtidig at tilsætte myrosinaser. Forsøgene blev gennemført i N-balanceforsøg med rotter, hvor flere af de indre organer blev vejet ved forsøgets afslutning. Fire udvalgte glucosinolater progoitrin, sinigrin, glucobarbarin og sinalbin blev undersøgt.

Af forsøgene kunne det konkluderes, at også de intakte glucosinolater kan forvolde såvel ernæringsmæssige som toksiske problemer, omend spaltningsprodukterne syntes at være de mest aktive. Endvidere fremgik det af forsøgene, at de enkelte glucosinolater kunne have forskellig fysiologisk effekt, samt at deres koncentration i foderet var meget afgørende. Dette viser nødvendigheden af at analysere for de individuelle glucosinolater i raps, idet summen af dem ikke vil være et tilstrækkeligt mål for den biologiske effekt. Proteinudnyttelsen blev negativt påvirket af tre af de undersøgte glucosinolater specielt ved de højeste koncentrationer samt af spaltningsprodukterne fra især to af de undersøgte glucosinolater. Af de indre organer var det specielt skjoldbruskkirtlens størrelse, der blev uheldigt påvirket, omend også størrelsen af lever, nyrer, binyrer og testikler kunne påvirkes.

Indledning

Rapsskrå fra dobbeltlave rapssorter synes at være en lovende proteinkilde for såvel enmavede som flermavede dyr. En betingelse for optimal udnyttelse af rapsskrå er imidlertid, at de endnu uløste problemer, der er forbundet med raps i foderet, bliver afklaret (Bille et al. 1983a, b). Det

er nærliggende at antage, at glucosinolater er involveret i disse problemer, og det er påvist, at varmebehandling og dermed inaktivering af myrosinase-enzymerne ikke er en tilstrækkelig løsning.

Rapsskrå indeholder flere forskellige typer af glucosinolater; det vil derfor være af interesse at

få belyst, om der er forskelle i de specifikke fysiologiske effekter, som det enkelte glucosinolat forvolder. Det er endvidere af interesse at få belyst den grad af skadelig effekt, som et givet glucosinolat forårsager ved forskellige koncentrationer. Herværende undersøgelser tager sigte på at belyse disse spørgsmål i N-balanceforsøg med rotter, hvor man ved forsøgets afslutning også undersøgte flere af rotternes organer.

Materialer og metoder

De enkelte glucosinolater blev isoleret og renfremstillet fra relevante plantematerialer. I forsøgene indgik glucosinolaterne progoitrin, sinigrin, glucobarbarin og sinalbin. De repræsenterer strukturer, der formodes at give interessante informationer vedrørende eventuelle forskelle i glucosinolaternes ernæringsmæssigt skadelige effekt. Alle fire glucosinolater blev enkeltvis tilsat et standardfoder med kasein + methionin som proteinkilde. Hvert glucosinolat indgik i foderet i koncentrationerne 0, 0,2, 1,0 og 5 mg/g tørstof. Til et femte hold blev der tilsat både glucosinolat (1,0 mg/g) og myrosinaser for at måle effekten af spaltningsprodukterne fra de enkelte glucosinolater. Når der anvendes 20% dobbeltlave rapskrå i foderet, er koncentrationen af de enkelte glucosinolater i området 0,2–5,0 mg/g tørstof.

Rottforsøgene blev gennemført efter SHs sædvanlige procedure. Ved forsøgenes afslutning blev følgende organer udtaget og vejede: lever, nyrer, binyrer, testikler og skjoldbruskkirtler.

Resultater

Progoitrin. Tilvæksten aftog – omend ikke signifikant – med stigende indhold af progoitrin i foderet. Proteinets sande fordøjelighed var kun signifikant påvirket hos rotter, der samtidig fik myrosinaser i foderet. Den biologiske værdi var derimod kraftig negativt påvirket hos holdet, der fik tilsat den største mængde progoitrin i foderet, samt hos det hold, der fik progoitrin + myrosinaser. Den største vægtforøgelse af leveren blev fundet hos de rotter, som fik tildelt både progoitrin og myrosinaser. Nyrevægtene var forøget mest hos de rotter, der fik det højeste niveau af progoitrin. Vægten af binyrer og testikler var normal for alle hold. Skjoldbruskkirtlen derimod voksede lineært med foderets indhold af progoitrin, en effekt, der blev forstærket ved samtidig tilstedeværelse af myrosinaser.

Sinigrin. Ædelysten og dermed tilvæksten aftog stærkt hos de rotter, der blev fodret med det højeste niveau af sinigrin. Sinigrin påvirkede derimod ikke proteinets fordøjelighed, medens den biologiske værdi blev stærkt reduceret både ved det højeste niveau af sinigrin samt i det hold, der fik sinigrin + myrosinaser. Levervægten var ikke påvirket af sinigrin i foderet, medens vægten af nyrerne steg signifikant ved den højeste koncentration. Sammenlignet med kontrolholdet var binyrerne signifikant mindre hos rotterne i de hold, der fik sinigrin. Testikelvægtene var ikke signifikant påvirkede, mens skjoldbruskkirtlerne var forøgede hos alle rotter, der fik sinigrin.

Tabel 1. Effekten af progoitrin (\pm myrosinaser) på foderets udnyttelse, på proteinkvaliteten og på forskellige organvægte.

Progoitrin (mg/g tørstof)	0	0.2	1.0	5.0	1.0	F
Myrosinaser (U/g tørstof)	–	–	–	–	0.15	
Tilvækst (mg/g tørstof)	294	280	249	228	253	22 NS
Proteinets sande fordøjelighed	99.8	99.9	99.5	99.6	97.5	17.4***
Biologisk værdi	90.4	89.9	88.2	77.9	83.7	269.1***
Nettoproteinudnyttelsen	90.2	89.7	87.7	77.6	81.6	186.0***
Lever (mg/g rotte)	47.2	46.3	47.1	50.0	54.8	3.3*
Nyrer (mg/g rotte)	4.1	4.3	4.2	4.9	4.2	11.9***
Binyrer (μ g/g rotte)	140	118	128	128	119	2.1NS
Testikler (mg/g rotte)	6.1	5.7	5.8	6.0	5.2	1.9NS
Skjoldbruskkirtler (μ g/g rotte)	21	28	33	44	55	5.3***

Tabel 2. Effekten af sinigrin (\pm myrosinaser) på foderets udnyttelse, på proteinkvaliteten og på forskellige organvægte.

Sinigrin (mg/g tørstof)	0	0.2	1.0	5.0	1.0	F
Myrosinaser (U/g tørstof)	-	-	-	-	0.15	
Tilvækst (mg/g tørstof)	294	283	288	189	266	6.7**
Proteinets sande fordøjelighed	99.8	100.0	100.0	99.2	99.7	1.2NS
Biologisk værdi	90.4	89.7	87.4	75.9	81.9	203.7***
Nettoproteinudnyttelsen	90.2	89.6	87.7	75.3	81.7	152.5***
Lever (mg/g rotte)	47.2	47.5	53.0	53.7	53.1	1.6NS
Nyrer (mg/g rotte)	4.1	4.3	4.3	5.2	4.0	9.0***
Binyrer (μ g/g rotte)	140	104	88	95	87	13.4***
Testikler (mg/g rotte)	6.1	5.2	5.5	6.1	5.6	2.7NS
Skjoldbruskkirtler (μ g/g rotte)	21	54	47	50	49	4.2*

Tabel 4. Effekten af sinalbin (\pm myrosinaser) på foderets udnyttelse, på proteinkvaliteten og på forskellige organvægte.

Sinalbin (mg/g tørstof)	0	0.2	1.0	5.0	1.0	F
Myrosinaser (U/g tørstof)	-	-	-	-	0.15	
Tilvækst (mg/g tørstof)	294	301	276	258	270	0.7NS
Proteinets sande fordøjelighed	99.8	100.0	99.6	99.0	99.5	1.8NS
Biologisk værdi	90.4	88.2	84.2	81.7	84.3	72.2***
Nettoproteinudnyttelsen	90.2	88.2	83.8	80.9	83.8	78.6***
Lever (mg/g rotte)	47.2	42.8	44.3	46.9	48.5	1.0NS
Nyrer (mg/g rotte)	4.1	4.5	4.0	4.2	4.3	3.1*
Binyrer (μ g/g rotte)	140	95	101	96	112	6.9***
Testikler (mg/g rotte)	6.1	6.1	6.7	6.2	5.8	0.5NS
Skjoldbruskkirtler (μ g/g rotte)	21	46	41	54	49	7.5***

Tabel 3. Effekten af glucobarbarin (\pm myrosinaser) på foderets udnyttelse, på proteinkvaliteten og på forskellige organvægte.

Glucobarbarin (mg/g tørstof)	0	0.2	1.0	5.0	1.0	F
Myrosinaser (U/g tørstof)	-	-	-	-	0.15	
Tilvækst (mg/g tørstof)	294	297	256	298	340	1.7NS
Proteinets sande fordøjelighed	99.8	99.2	99.1	99.5	99.1	0.9NS
Biologisk værdi	90.4	89.9	90.2	90.0	90.3	0.4NS
Nettoproteinudnyttelsen	90.2	89.1	89.4	89.6	89.5	0.7NS
Lever (mg/g rotte)	47.2	47.8	51.6	59.2	57.6	6.3***
Nyrer (mg/g rotte)	4.1	4.5	4.7	4.7	4.3	7.9***
Binyrer (μ g/g rotte)	140	116	101	89	91	5.0**
Testikler (mg/g rotte)	6.1	6.2	6.4	6.4	5.2	5.2***
Skjoldbruskkirtler (μ g/g rotte)	21	66	62	66	67	7.5***

Glucobarbarin. Hverken ædelyst, tilvækst eller proteinudnyttelse var påvirket af glucobarbarins tilstedeværelse i foderet. Levervægten, derimod, steg signifikant hos rotter, der fik det højeste niveau af glucobarbarin samt i det hold, der fik

glucobarbarin + myrosinaser. Nyrene var signifikant forøgede, når der var glucobarbarin i foderet, men ikke når der var glucobarbarin + myrosinaser samtidig. Binyrerne var mindre hos alle rotter, der fik glucobarbarin sammenlignet med

binyrerne hos rotterne i kontrolholdet. Testikelvægtene var signifikant formindsket hos de dyr, der fik glucobarbarin + myrosinaser, medens skjoldbruskkirtlerne var forøget hos alle rotter, der fik glucobarbarin.

Sinalbin. Hverken ædelyst, tilvækst eller proteinets fordøjelighed var påvirket af sinalbin i foderet. Den biologiske værdi derimod aftog stærkt med stigende koncentration af sinalbin. Lever- og nyrevægte var ikke eller kun svagt påvirket af sinalbin, medens vægten af binyrerne reduceredes markant ved alle niveauer af sinalbin i foderet. Testiklernes vægt var normal, medens vægten af skjoldbruskkirtlen var forøget.

Diskussion

Undersøgelsen viste, at der kun var en mindre eller slet ingen effekt, når glucosinolater på det laveste niveau (0,2 mg/g tørstof) blev iblandet foderet. Protein- og foderudnyttelsen samt levervægtene var helt upåvirkede ved en glucosinolatkoncentration på dette niveau. Progoitrin på det laveste niveau bevirkede dog stadig en svag og måske uvæsentlig stigning i skjoldbruskkirtlens vægt. Sinigrin, glucobarbarin og sinalbin medførte på dette niveau også en stigning i skjoldbruskkirtlens vægt samt et fald i størrelsen af binyrerne. Det mellemste niveau (1,0 mg/g tørstof) af progoitrin, sinigrin og glucobarbarin havde heller ingen effekt på foderets og proteinets udnyttelse, medens sinalbin i denne koncentration forårsagede et stærkt fald i proteinets biologiske værdi. Alle undersøgte glucosinolater forårsagede, at binyrerne blev mindre end normalt, når der blev fodret med 1,0 mg glucosinolat/g tørstof, og ved disse koncentrationer var alle skjoldbruskkirtler forstørret, men det var kun glucobarbarin, der gav større nyrer. Ved det hø-

jeste niveau (5,0 mg/g tørstof) af de enkelte glucosinolater i foderet, forårsagede progoitrin og sinigrin en uheldig effekt på alle observerede kriterier på nær proteinets fordøjelighed og testikelvægtene. Ved denne koncentration af glucobarbarin var der ingen effekt på foderudnyttelsen, medens samtlige organvægte blev uheldigt påvirkede. Sinalbin havde ved denne koncentration en uheldig virkning på den biologiske værdi og på alle organvægte på nær testikelvægten.

Ved at sammenligne værdierne med 1,0 mg glucosinolat/g foder, med og uden tilsætning af myrosinaser, fremgår det, at der i næsten alle tilfælde var tale om en forværret situation ved tilsætning af myrosinaser. Dette underbygger formodningen om, at det i første række er glucosinolaternes spaltningsprodukter, der giver anledning til de ernæringsmæssige problemer og toksiske effekter, når raps indgår i foderet. Det skal dog understreges, at det mellemste niveau (1,0 mg/g foder) kun i enkelte tilfælde havde markant uheldige effekter på de målte kriterier. Anvendes dobbeltlave rapsskrå i en mængde på op til 20% af foderet, er det for visse sorter stadigvæk muligt at komme under denne koncentration af glucosinolater. Det skal understreges, at dette ikke er tilfældet for alle dobbeltlave rapssorter.

Undersøgelsen viste endvidere, at de enkelte glucosinolaters ernæringsmæssige og toksiske effekt kan være ret forskellig, men det kunne også ses, at skjoldbruskkirtlens vægt blev påvirket uheldigt af alle undersøgte glucosinolater.

Referencer

- Bille, N.: Eggum, B. O.; Jacobsen, I.; Olsen, O.; Sørensen, H., 1983 a; *Z Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelk.* 49, 148-163.
- Bille, N.; Eggum, B. O.; Jacobsen, I.; Olsen, O.; Sørensen, H., 1983 b; *Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelk.* 49, 195-210.