



Statens Husdyrbrugsforsøg 1986

Meddelelse

1. JULI

NR. 619

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

Birthe Bjerg¹, Bjørn O. Eggum², Ingeborg Jacobsen², Jeanette Jensen¹, Lone Melchior Larsen¹
og Hilmer Sørensen¹

¹Kemik Institut, KVL

²Afdelingen for dyrefysiologi og biokemi, SH

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 spaltningssprodukter ved samtidig at tilsætte myrosinaser. Forsøgene blev gennemført som N-balanceforsøg med rotter, hvor flere af de indre organer blev vejet ved forsøgets afslutning. Seks udvalgte glucosinolater; gluconapin, epiprogoitrin, glucoiberin, glucoraphanin, glucocheirolin og glucotropaeolin blev undersøgt.

Af forsøgene kunne det konkluderes, at også de intakte glucosinolater kan forvolde såvel ernæringsmæssige som toksiske problemer, omend spaltningssprodukterne synes at være de mest aktive. Endvidere fremgik det af forsøgene, at de enkelte glucosinolater i mange tilfælde har forskellig effekt på foderets udnyttelse, samt at deres koncentration i foderet er meget afgørende. Dette viser nødvendigheden af, at der analyseres for de individuelle glucosinolater i raps, idet summen af dem ikke vil være et tilstrækkeligt godt mål for den biologiske effekt.

Ud fra forsøgene kan det konkluderes, at dobbelt lave rapssorter med de højeste indhold af glucosinolater kan have en biologisk værdi som er ca. 15% lavere end for sorter med et lavt indhold. For at undgå et fald i foderets proteinudnyttelse kan de dobbelt lave sorter, med de højeste indhold af glucosinolater, kun indgå med maksimalt 10% af husdyrenes samlede foder. Sorter med de laveste indhold kan derimod indgå med op til 20% i foderet. Forsøgene viste også, at rapsens indflydelse på proteinets udnyttelse ikke skyldes en effekt af glucosinolaterne på proteinets fordøjelighed, idet denne praktisk taget var upåvirket af glucosinolatniveauet. Det skal endvidere understreges, at den effekt de nu ialt ti undersøgte glucosinolater (se Medd. nr. 503) har på indre organer kan være meget forskellig.

Indledning

Indenfor gruppen »dobbelt lave« rapssorter er der en meget stor variation i indholdet af glucosi-

inolater. Det er således vist, at de bedste af de dobbelt lave rapssorter giver en skrå, der er særdeles velegnet til fodring af kalve (Medd. nr.

565), slagtesvin (Medd. nr. 402) og søer (Medd. under udarbejdelse). Processteknisk behandling alene kan ikke løse problemerne med glucosinolaterne (Medd. nr. 501, 503), hvorfor sorter med et for højt indhold bør udgå af produktionen.

I en tidligere undersøgelse med rotter (Medd. nr. 503) har vi søgt at belyse både den ernæringsmæssige og den toksiske effekt af de enkelte glucosinolater. Opmærksomheden var specielt rettet mod hvilke koncentrationer i foderet dyrene kunne tolerere uden at ernæringsmæssige problemer og skader på dyrenes organer kunne iagttages. Den anvendte model med rotter har vist sig at være meget velegnet til at afsløre de problemer, som opstår hos husdyrene, når glucosinolatniveauet i foderet er for højt. Det blev besluttet at fortsætte forsøgene med yderligere seks glucosinolater i forlængelse af de første forsøg med fire glucosinolater (Medd. nr. 503).

gik følgende glucosinolater: gluconapin, epiprogoitrin, glucoiberin, glucorahpanin, glucocheirolin og glucotropaeolin. Alle seks glucosinolater blev enkeltvis tilsat et standardfoder med kasein + methionin som proteinkilde. Hvert glucosinolat indgik i foderet i koncentrationerne 0 (kontrol), 0.5, 2.5 og 12.5 $\mu\text{mol/g}$ tørstof (1.-3. niveau). Derudover anvendtes for hvert glucosinolat et foder med 2.5 μmol glucosinolat + myrosinaser (0.15 units/g tørstof, 4. niveau) for at måle effekten af nedbrydningsprodukterne fra de enkelte glucosinolater dannet ved myrosinasekatalyseret hydrolyse. Glucosinolatkoncentrationer på henholdsvis 0.5, 2.5 og 12.5 $\mu\text{mol/g}$ foder vil ved foder baseret på 20% rapsskrå svare til 2.5, 12.5 og 62.5 $\mu\text{mol/g}$ rapsskrå, og det vil igen svare til henholdsvis 1-2, 6-8 og 30-40 $\mu\text{mol/g}$ rapstrø, såfremt der ikke sker glucosinolatnedbrydning under fremstillingen af rapsskrå.

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

Gluconapin ($\mu\text{mol/g}$ TS) Myrosinaser (U/g TS)	0	0.5	2.5	12.5	2.5 0.15	F
Tilvækst (mg/g TS)	293	274	305	245	261	1.5 NS
Proteinets sande ford., (%)	98.1	97.8	98.9	96.2	97.4	10.4***
Proteinets biologiske værdi, (%)	94.1	93.9	92.1	89.6	90.8	21.4***
Lever (mg/g rotte)	48.7	46.4	46.8	47.8	50.0	0.7 NS
Nyrer (mg/g rotte)	8.3	9.5	7.8	8.8	7.7	0.6 NS
Testikler (mg/g rotte)	11.2	10.4	12.1	11.9	12.7	0.6 NS
Skjoldbruskkirtler ($\mu\text{g/g}$ rotte)	25	23	16	14	13	12.3***

Materialer og metoder

De anvendte glucosinolater blev isoleret fra frømateriale. Oprensning, renfremstilling og dannelse af kaliumsalte af glucosinolaterne blev foretaget ved forskellige søjlekromatografiske metoder og ved omkrystallisering. I forsøgene ind-

Rotteforsøgene blev gennemført efter SH's sædvanlige procedure. Ved afslutningen af forsøgene blev mave-tarmsystemet og indre organer udtaget og vejet som ved tidligere forsøg (Medd. nr. 503).

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

Epiprogoitrin ($\mu\text{mol/g}$ TS) Myrosinaser (U/g TS)	0	0.5	2.5	12.5	2.5 0.15	F
Tilvækst (mg/g TS)	293	341	281	272	278	1.8 NS
Proteinets sande ford., (%)	98.1	98.6	97.6	97.1	97.5	4.4*
Proteinets biologiske værdi, (%)	94.1	89.8	88.4	84.2	87.3	76.2***
Lever (mg/g rotte)	48.7	48.1	48.9	50.5	57.7	5.5***
Nyrer (mg/g rotte)	8.3	7.9	7.8	8.7	7.8	2.4 NS
Testikler (mg/g rotte)	11.2	12.2	11.0	12.9	11.8	1.3 NS
Skjoldbruskkirtler ($\mu\text{g/g}$ rotte)	25	19	19	17	17	4.0*

Resultater og diskussion

Glucosinolaterne gluconapin, epiprogoitrin, glucoiberin, glucoraphanin og glucocheirolin dannes i planter ud fra aminosyren methionin, medens glucotropaeolin dannes ud fra phenylalanin. De ophobes i anselige mængder i forskellige korsblomstrede planter, og specielt i frøet. Der er en betydelig, men meget forskelligartet biokemisk/fysiologisk effekt af de enkelte glucosinolater og deres nedbrydningsprodukter. Som vist i denne og tidligere undersøgelser kan glucosinolaterne have en markant negativ effekt på foderets udnyttelse samt på visse organvægte. Det skal understreges, at effekten af de undersøgte glucosinolater på organernes størrelse var langt mindre i herværende undersøgelse end i tidligere undersøgelser (Medd. nr. 503), der blev foretaget med glucosinolaterne progoitrin, sinigrin, sinalbin og glucobarbarin.

indhold bliver absorberet fra første trediedel af tyndtarmsafsnittet.

I herværende undersøgelse var der ingen eller kun ubetydelig effekt ved 1. niveau for alle glucosinolater. Dette gælder for dyrenes tilvækst, proteinets udnyttelse samt for de undersøgte indre organer. Dette niveau svarer til indholdet i gode dobbeltlave raps som f.eks. sorten Line. For nogle af de undersøgte glucosinolater var der en begyndende negativ effekt på den biologiske værdi ved 2. niveau. For næsten alle var der en betydelig negativ effekt ved 4. niveau (2. niveau + myrosinaser). Dette viser klart, at en række dobbeltlave raps med et glucosinolatindhold på højde med 2. niveau, kan indgå i foderet uden at forårsage problemer fra glucosinolaterne, blot ved en myrosinaseinaktivering. Dette kan let klares ved moderat opvarmning (100°C i 10 min.). 2. niveau svarer til et glucosinolatindhold på under 10

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

Glucoiberin (μ mol/g TS) Myrosinaser (U/g TS)	0	0.5	2.5	12.5	2.5 0.15	F
Tilvækst (mg/g TS)	293	299	257	205	289	2.0 NS
Proteinets sande ford., (%)	98.1	98.9	99.0	96.4	98.0	9.5***
Proteinets biologiske værdi, (%)	94.1	93.4	89.3	83.3	87.3	84.2***
Lever (mg/g rotte)	48.7	51.8	51.9	52.8	52.2	1.0 NS
Nyrer (mg/g rotte)	8.3	7.6	7.9	8.1	7.5	2.3 NS
Testikler (mg/g rotte)	11.2	11.1	11.8	10.0	12.5	1.0 NS
Skjoldbruskkirtler (μ g/g rotte)	25	19	21	21	18	4.1*

Ud fra analyser af materiale i fordøjelseskana-len kunne det påvises, at der sker en begrænset ikke-myrosinasekatalyseret glucosinolatnedbrydning ved foderets passage af mave- og tarm-systemet. En større del af foderets glucosinolat-

μ mol/g frø.

Foder med et glucosinolatindhold svarende til 3. niveau er ikke acceptabelt ud fra et ernæringsmæssigt synspunkt, selv om en procesteknisk behandling (opvarmning) kan inaktivere myrosina-

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

Glucoraphanin (μ mol/g TS) Myrosinaser (U/g TS)	0	0.5	2.5	12.5	2.5 0.15	F
Tilvækst (mg/g TS)	293	297	350	—	330	3.3 NS
Proteinets sande ford., (%)	98.1	98.0	98.9	—	98.9	2.9*
Proteinets biologiske værdi, (%)	94.1	91.5	90.8	—	90.1	18.4***
Lever (mg/g rotte)	48.7	48.3	51.0	—	48.0	0.6 NS
Nyrer (mg/g rotte)	8.3	7.4	7.6	—	7.5	4.1*
Testikler (mg/g rotte)	11.2	12.0	11.3	—	10.7	0.4 NS
Skjoldbruskkirtler (μ g/g rotte)	25	21	19	—	24	2.7 NS

Table 5. Effecten af Glucocheirolin (\pm myrosinaser) på foderets udnyttelse, på proteinkvaliteten og på forskellige organvægte.

Glucocheirolin ($\mu\text{mol/g TS}$) Myrosinaser (U/g TS)	0	0.5	2.5	12.5	2.5 0.15	F
Tilvækst (mg/g TS)	293	256	282	241	264	1.1 NS
Proteinets sande ford., (%)	98.1	98.0	98.3	96.9	98.6	0.9 NS
Proteinets biologiske værdi, (%)	94.1	91.1	91.2	82.2	84.6	162.7***
Lever (mg/g rotte)	48.7	47.3	47.2	47.5	47.7	0.1 NS
Nyrer (mg/g rotte)	8.3	8.0	7.6	8.0	7.8	1.9 NS
Testikler (mg/g rotte)	11.2	11.9	11.8	9.7	10.8	0.7 NS
Skjoldbruskkirtler ($\mu\text{g/g rotte}$)	25	19	24	20	20	2.3 NS

Table 6. Effecten af Glucotropaeolin (\pm myrosinaser) på foderets udnyttelse, på proteinkvaliteten og på forskellige organvægte.

Glucotropaeolin ($\mu\text{mol/g TS}$) Myrosinaser (U/g TS)	0	0.5	2.5	12.5	2.5 0.15	F
Tilvækst (mg/g TS)	293	310	257	270	279	1.7 NS
Proteinets sande ford., (%)	98.1	98.3	98.3	97.8	98.5	1.4 NS
Proteinets biologiske værdi, (%)	94.1	89.6	90.3	84.9	86.4	88.2***
Lever (mg/g rotte)	48.7	50.7	49.8	53.1	52.1	0.9 NS
Nyrer (mg/g rotte)	8.3	7.3	7.5	7.8	7.5	5.8***
Testikler (mg/g rotte)	11.2	10.4	11.9	10.8	12.4	0.7 NS
Skjoldbruskkirtler ($\mu\text{g/g rotte}$)	25	23	21	24	20	1.5 NS

serne. Dette indebærer således, ifølge de foreliggende resultater, at der er gode grunde til at undgå de dobbeltlave rapssorter, som har de højeste indhold af glucosinolater. Dette understreger også nødvendigheden af, at der foretages analyse-mæssig kontrol ved hjælp af metoder, der gi-

ver pålidelige resultater. Afprøvede metoder, til dette formål findes. Det skal endelig fremhæves, at alle glucosinolater bør medbestemmes, herunder 4-hydroxyglucobrassicin, der er et kvantitativt dominerende glucosinolat i en række dobbeltlave rapssorter.