



Udmalingsgradens betydning for næringsværdien i mel

4. Ris

Birthe Pedersen og Bjørn O. Eggum
Afdeling for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi

Rå ris blev afskallet og poleret. I alt blev seks typer ris fremstillet; udbyttet ved formalingen varierede mellem 100% og 64%. De seks forskellige ris blev analyseret kemisk og undersøgt biologisk i balanceforsøg med rotter. Protein- og lysinindholdet i risene var ikke nævneværdigt påvirket af afskalningsgraden. Proteinets såvel som energiens fordøjelighed steg markant fra rå til brun ris, medens fordøjeligheden af poleret ris var næsten fuldstændig. Indholdet af mineraler faldt stærkt ved afskalningen – med de største fald for calcium, fosfor og jern. Indholdet af zink var dobbelt så stort i brun ris som i hvid ris; og udtrykt i absolutte værdier var den tilsyneladende zinkabsorption og -retention højere fra de mere grove ris end fra poleret ris. Til trods for disse forhold var zinkkoncentrationen i lårbensknoglen hos rotter fodret med rå og brun ris signifikant lavere end hos rotter fodret med de hvide ris.

Indledning

En intakt riskerne kaldes sædvanligvis rå ris og består af en spiselig del, caryopsis, og af en træstoffrig del, som udgør ca. 20% af den rå ris. Ved fremstilling af brun ris fjernes avnerne og ved polering af brun ris fjernes klidet og kimen, normalt fjernes ca. 10%. Majoriteten af konsumenterne foretrækker den polerede ris, som kun indeholder lidt eller ingen klid. Som for de øvrige kornarter er de essentielle næringsstoffer primært lokaliseret i de ydre dele af kernen, medens endospermen indeholder en relativt mindre del. På den anden side vil poleringen fjerne inhibitorer som fytinsyre og fibre, idet endospermen praktisk talt

ikke indeholder fytinsyre. Som bekendt kan fytinsyre og fibre reducere den biologiske udnyttelse af både protein og mineralstoffer.

Formålet med dette forsøg var at undersøge effekten af afskalningsgraden på næringsværdien af ris.

Materialer og metode

Forskellige typer af ris blev fremstillet på Afdelingen for Bioteknologi, Carlsberg. Udbyttet ved afskalningen varierede mellem 100% (rå ris) og 64% (hvid ris). Risene blev formalet til mel, og i alt blev seks ris analyseret kemisk og testet biologisk i balanceforsøg med rotter. I rotteforsøgene

Tabel 1. Kemisk sammensætning (tørstofbasis) af rå, brun og poleret ris

Ris materiale	Rå	Brun	Poleret			
			77	72	68	64
Risudbytte (%)	100	82				
Aske (%)	2.9	1.3	0.8	0.6	0.4	0.3
Protein (%)	8.6	9.9	9.3	9.2	8.8	8.5
Lysin (g/16 g N)	3.53	3.52	3.49	3.29	3.37	3.27
Fedt (%)	2.5	3.0	1.5	1.2	1.1	1.0
Stivelse + sukker (%)	69.1	85.8	92.2	92.5	92.5	92.6
Træstof (%)	12.2	0.9	0.2	0.1	0.3	0.1
Energi (kJ/g)	18.4	18.3	18.1	18.1	18.1	17.9

bestemtes proteinets sande fordøjelighed (SF), den biologiske værdi (BV), nettoproteinudnyttelsen (NPU), udnyttelig protein (UP) og fordøjelig energi (FE). Endvidere målt den tilsyneladende zinkabsorption og -retention. Zink, calcium og fosfor blev desuden bestemt i lårbensknoglen, medens zink, kobber og jern blev målt i leveren. For at undgå zinkforureninger blev der anvendt rustfrit stål i burmaterialet og destilleret afioniseret vand. Ellers blev afdelingens sædvanlige teknik ved rotteforsøgene benyttet.

Resultater

Den kemiske sammensætning af de seks ris er anført i tabel 1. Det ses, at aske- og træstofindholdet faldt stærkt fra rå til brun ris og var meget lavt i de polerede ris. For ris var såvel protein som lysinindholdet mindre påvirket af afskalningsgraden end tilfældet er for rug, hvede og byg. Fedtindholdet var meget lavt i de polerede ris, hvilket medfører et svagt fald i energiindholdet i polerede ris sammenlignet med rå ris.

Koncentrationen af calcium, fosfor og jern var

også stærkt reduceret i hvide, polerede ris sammenlignet med indholdet i rå ris. En reduktion til 30% eller mindre fandtes for de nævnte mineraler (tabel 2). I rå og brun ris udgjorde fytnfosfor ca. $\frac{2}{3}$ af total fosfor, medens de hvide ris kun indeholdt spor af fytnfosfor. Det molære forhold mellem fytnsyre: zink varierede fra 31 i rå ris til 1 i den mest polerede ris.

Af tabel 3 fremgår det, at proteinets sande fordøjelighed steg fra 87.8% i rå ris til 100% i de polerede ris. Den biologiske værdi var nærmest upåvirket af afskalningsgraden med undtagelse af en signifikant højere biologisk værdi for proteinet i rå ris. Udnyttelig protein blev derfor primært bestemt af mængden af protein, der fjernes i afskalningsprocessen. Fordøjelig energi steg kraftigt fra 80.1% i rå ris til 96.0% i brun ris. Energien i de hvide ris fordøjedes næsten fuldstændigt. Heraf fremgår det, at den del af kernen, der anvendes til husdyr, klidfraktionen, har en lav fordøjelighed af såvel protein som energi.

Zinkbalanceværdierne for de seks mel er anført i tabel 4. Heraf fremgår det, at rotternes zinkind-

Tabel 2. Mineralstofindhold (tørstofbasis) i rå, brun og poleret ris

Ris materiale	Rå	Brun	Poleret			
			77	72	68	64
Risudbytte (%)	100	82				
Kalcium (mg/g)	0.31	0.12	0.10	0.08	0.07	0.07
Fosfor (mg/g)	3.1	3.2	2.0	1.5	1.0	0.9
Fytnfosfor (mg/g)	2.1	2.2	0.7	0.2	0.1	0.1
Zink (ppm)	24	33	20	18	17	16
Kobber (ppm)	2.8	2.7	2.6	2.2	1.9	1.8
Jern (ppm)	38	8.8	7.0	4.1	2.2	2.4
Fytnsyre: zink ¹⁾	31	24	11	4	1	1

¹⁾ Molærforhold. Det er antaget, at fytnsyre indeholder 28.2% fosfor.

Tabel 3. Proteinudnyttelse og fordøjelig energi (tørstofbasis) hos rotter fodret med mel fra rå, brun og poleret ris

Ris materiale	Rå	Brun	Poleret			
			77	72	68	64
Risudbytte (%)	100	82				
Sand proteinfordøjelighed (%)	87.8 ^a	95.0 ^b	98.8 ^c	99.3 ^c	100.0 ^c	100.6 ^c
Biologisk værdi (%)	72.6 ^a	66.1 ^{ab}	64.6 ^b	64.4 ^b	64.9 ^b	63.3 ^b
Nettoproteinudnyttelse (%)	63.7	62.8	63.8	63.9	64.9	63.7
Udnyttelig protein (g/100 g ris)	5.5 ^a	6.2 ^b	5.9 ^{ab}	5.9 ^{ab}	5.7 ^{ab}	5.4 ^a
Udnyttelig protein (g/100 g rå ris)	5.5 ^a	5.1 ^a	4.5 ^b	4.2 ^{bc}	3.9 ^{cd}	3.4 ^d
Fordøjelig energi (%)	80.1 ^a	96.0 ^b	97.8 ^c	98.2 ^c	98.2 ^c	98.5 ^c

^{a-d)} Gennemsnitsværdier med forskellige bogstaver i samme linie er signifikant ($P < 0.05$) forskellige.

tag var langt højere, når der blev fodret med rå og brun ris end med de hvide ris. Udskillelsen af zink med fæces var dog også størst, når upolerede ris blev fortæret. Zinkudskillelsen med urinen var generelt lav og mindst hos rotter fodret med rå ris.

hos rotter fodret med rå og brun ris sammenlignet med koncentrationen hos rotter, der fik de mest polerede ris. Kalcium og fosforkoncentrationen i lårbensknoglen var upåvirket af ristypen, men Ca:P forholdet i knoglen var lavest hos rotter

Tabel 4. Zinkbalance ($\mu\text{g}/5$ dage) hos rotter fodret med mel fra rå, brun og poleret ris

Ris materiale	Rå	Brun	Poleret			
			77	72	68	64
Risudbytte (%)	100	82				
Indtag (μg)	1121 ^a	1528 ^b	970 ^c	878 ^d	815 ^e	751 ^f
Fæces (μg)	875 ^b	1313 ^a	748 ^{bc}	684 ^{cd}	573 ^d	564 ^d
Urin (μg)	26 ^a	43 ^{ab}	66 ^c	55 ^{bc}	74 ^c	64 ^c
Tilsyneladende absorption (μg)	246	215	222	194	241	187
Tilsyneladende absorption (%)	22	14	23	22	30	25
Tilsyneladende retention (μg)	219	172	157	139	167	123
Tilsyneladende retention (%)	20	11	16	16	21	16

^{a-f)} Gennemsnitsværdier med forskellige bogstaver i samme linie er signifikant ($P < 0.05$) forskellige.

Den tilsyneladende zinkabsorption og -retention udtrykt i absolutte værdier var lavest fra de kraftigt polerede ris, omend forskellene ikke var signifikante. Det fremgår af tabel 5, at zinkkoncentrationen i lårbensknoglen var signifikant lavere

fodret med rå og brun ris. Zinkindholdet i leveren var lavere hos de rotter, der blev fodret med brun ris, medens kobber og jernindholdet i leveren var upåvirket af afskalningsgraden.

Tabel 5. Mineralstofindholdet i lårbensknoglen fra rotter fodret med mel fra rå, brun og poleret ris

Ris materiale	Rå	Brun	Poleret			
			77	72	68	64
Risudbytte (%)	100	82				
Tørvægt af lårbensknoglen (mg)	149	151	150	152	145	151
Zink (ppm)	163 ^c	171 ^{bc}	188 ^{ab}	194 ^a	201 ^a	206 ^a
Kalcium (mg/g)	171	173	177	174	174	170
Fosfor (mg/g)	90.6	92.6	93.2	91.7	91.5	88.9
Ca:P	1.88 ^{bc}	1.87 ^c	1.90 ^{ab}	1.90 ^{ab}	1.91 ^{ab}	1.92 ^a

^{a-c)} Gennemsnitsværdier med forskellige bogstaver i samme linie er signifikant ($P < 0.05$) forskellige.

Tabel 6. Mineralstofindholdet i leveren fra rotter fodret med mel fra rå, brun og poleret ris

Ris materiale	Rå	Brun	Poleret			
			77	72	68	64
Risudbytte (%)	100	82				
Tørvægt af leveren (g)	0.95 ^b	1.23 ^a	1.10 ^{ab}	1.14 ^{ab}	1.23 ^a	1.07 ^{ab}
Zink (ppm)	76 ^b	55 ^a	70 ^{ab}	63 ^{ab}	60 ^{ab}	68 ^{ab}
Kobber (ppm)	17.2	11.4	13.8	13.7	14.2	14.7
Jern (ppm)	548	470	485	457	414	467

^{a-b)} Gennemsnitsværdier med forskellige bogstaver i samme linie er signifikant ($P < 0.05$) forskellige.

Diskussion og konklusion

Som ved de tidligere undersøgelser med rug, hvede og byg viste også dette forsøg, at afskalningsgraden havde en afgørende effekt på indholdet af næringsstoffer. Dette var særlig udtalt for mineralstofferne fosfor, calcium og jern – med langt det laveste indhold i de polerede ris. Lysin- og proteinindholdet derimod var kun lidt påvirket af afskalningen. Dette medførte, at proteinudnyttelsen hos rotter stort set var den samme uanset ristype. Såvel proteinets som energiens fordøjelighed var dog signifikant lavest i rå ris.

Med hensyn til zink, så var kun de rotter, der fik de mest polerede ris, i stand til at opretholde en normal zinkkoncentration i lårbensknoglen.

Dette er svært at forklare på basis af zinkbalance-resultaterne, men zinkkoncentrationen i lårbensknoglen er en følsom indikator for zinkstatus, og det må konkluderes, at upolerede ris og specielt risklid er en dårlig zinkkilde til trods for, at det totale indhold skulle være tilstrækkeligt til at dække dyrenes behov. Det er sandsynligt, at det høje indhold af såvel fytinsyre som træstof i rå og brun ris er medvirkende årsager til den ringe udnyttelse af zink. Men tilsvarende indhold af fytinsyre og fibre i rug og hvede synes ikke at have samme negative effekt; og der er formodentlig andre, ukendte faktorer i riskernens ydre lag, der forringer zinkudnyttelsen.