



Variation i næringsværdi hos rug og tritikalesorter som dyrkes i Danmark

*K. E. Bach Knudsen, I. Loite og B. O. Eggum
Afdelingen for dyrefysiologi og biokemi*

*A. Eklund Larsen
Afdelingen for forsøg med svin og heste*

Næringsværdien af 6 rugsorter dyrket i 1987 og én dyrket i 1985 er søgt belyst ud fra kemiske analyser og balanceforsøg med rotter. Rugsorten af høst 1985 blev også vurderet efter en forudgående toastning. I undersøgelsen indgik endvidere tre danskdyrkede tritikalesorter. Proteinindholdet i de 8 rugprøver varierede fra 9.4 til 12.2% og i tritikale fra 11.9 til 13.9%. Indholdet af fedt, aske, P og Ca var gennemgående lavere i rug end i tritikale med ret lille spredning sorterne imellem. Trypsininhæmmerindholdet var højere i rug end i tritikale. Der var en betydelig variation i kulhydratfraktionens sammensætning mellem de enkelte sorter samt mellem rug og tritikale. Den væsentligste forskel mellem rug og tritikale var, at indhold af ikke-stivelsesholdige polysakkarider (NSP) og fruktan var væsentlig højere i rug end i tritikale. Det antages, at dette er den væsentligste årsag til en nærmest diarréliggende tilstand hos fjerkræ, som fodres med rug. Dette kan også forekomme hos grise og rotter, når der fortæres store mængder rug. Variationen i lysinindholdet var den primære årsag til de store forskelle i biologisk værdi der varierede fra 73.8 til 84.0% i de forskellige rugsorter. Proteinets sande fordøjelighed var markant lavere i rug sammenlignet med tritikale. Dette skyldes for en væsentlig del det højere indhold af NSP og fruktan i rug, da der var en stærk negativ sammenhæng mellem disse værdier og proteinets sande fordøjelighed. Af undersøgelsen fremgår, at der hos såvel danskdyrket rug som tritikale er markante sortsforskelle med hensyn til næringsværdien. Såfremt de ernæringsmæssige problemer, der er forbundet med rug i foderet skal reduceres, kan det anbefales, at man allerede ved forædlingen/sortsvalg søger efter de varieteter, der har et lavt indhold af de diskuterede uheldige faktorer. Undersøgelsen viser også, at der findes tritikalesorter der kan være et meget godt alternativ til rug.

Indledning

Det er en generel erfaring, at næringsværdien af rug og tritikale varierer langt mere mellem sorterne end tilfældet er for de andre danskdyrkede cerealier. Dette tyder på, at den kemiske sam-

mensætning af rug såvel som tritikale har et stort variationsområde, hvilket kan medføre stor usikkerhed på produktionsresultaterne, når disse to kornarter indgår med en væsentlig del i en foderblanding. At rug kan give fugtig gødning hos fjer-

kræ er en generel erfaring, men dette kan også ske hos grise såvel som hos rotter. Tidligere undersøgelser med polske sorter ved afdelingen tyder på, at rugens relativt høje indhold af fruktan og opløselige fibre – sammenlignet med indholdet i hvede – er den væsentligste årsag til dette problem. Indholdet af disse to fraktioner i tritikale er imidlertid langt lavere end i rug og ligger nærmest på samme niveau som i hvede. Dette er formodentlig den væsentligste årsag til, at tritikale ikke synes at have den samme tendens til at give løs afføring som rug.

Herværende undersøgelse blev sat i gang for at vurdere, om der var markante forskelle i næringsværdien af danskdyrkede rug- og tritikalesorter.

Materialer og metoder

I undersøgelsen blev benyttet 6 rugsorter af høsten 1987 samt en sort af høsten 1985, som også blev vurderet efter en forudgående toastning. Prøverne blev foruden de sædvanlige foderstofanalyser også analyseret for aminosyrer, frie sukre, fruktan, stivelse, ikke-stivelsesholdige polysakkarider (NSP), Klason lignin, og trypsininhibitorer. Alle analyser blev foretaget i henhold til internationalt anerkendte metoder og testet i balanceforsøg med rotter. Følgende biologiske kriterier blev benyttet: Proteinets sande fordøjelighed (SF), biologisk værdi (BV), nettoproteinudnyttelse (NPU), udnyttelig protein (UP) og fordøjelig energi (FE). UP beregnes som produktet af proteinkoncentrationen og NPU. Afdelingens sædvanlige teknik ved rotteforsøgene blev benyttet.

Resultater

I tabel 1 kan ses resultaterne af de kemiske analyser. Heraf fremgår, at proteinindholdet i rug varierer fra 9.4% i ubehandlet Petkus, 1985 til 12.2% i Merkator. Fedt, aske, P og Ca varierede meget lidt sorterne imellem. Trypsininhibitorerne derimod varierede fra 0 i toastet Petkus til 1.08U/g i Epos.

Proteinindholdet i tritikale var højere end i rug med den højeste værdi på 13.9% i Lokal. Fedt,

Tabel 1. Kemisk sammensætning (% af tørstof) i de undersøgte prøver af rug og tritikale

	Protein (%)	Fedt (%)	Aske (%)	P (%)	Ca (%)	Trypsin inhib. (U/g)
Rug:						
Merkator	12.2	2.4	1.8	0.35	0.34	0.56
Dominator	10.3	2.4	1.5	0.32	0.34	0.89
Akkord	11.3	2.3	1.6	0.29	0.45	0.46
Petkus	10.8	2.4	1.7	0.33	0.34	1.03
Epos	11.4	2.3	1.7	0.34	0.34	1.08
Danko	11.9	2.3	1.7	0.32	0.34	1.13
Petkus, 1985 (ubehandlet)	9.4	2.3	1.7	0.32	0.34	0.86
Petkus, 1985 (toastet)	10.2	2.4	1.8	0.33	0.33	0.00
Tritikale:						
Uno	11.9	2.5	2.3	0.40	0.40	0.37
Dagro	11.8	2.6	2.1	0.39	0.46	0.44
Lokal	13.9	2.6	1.8	0.36	0.34	0.62

¹ Unit (U) inhibitor = den mængde, der er nødvendig for at hæmme 1 mg enzym.

aske, P og Ca var gennemgående højere i tritikale end i rug, medens det modsatte var tilfældet for trypsin inhibitorer.

Der var en betydelig variation i kulhydratfraktionens sammensætning i rug (tabel 2). Stivelsesindholdet varierer således fra 62.2% i toastet Petkus, 1985 til 69.4% i Petkus fra 1987 og frie sukre fra 1.3% i toastet Petkus, 1985 til 2.6% i Akkord. Fruktanindholdet i rug var højt og svingede fra 3.5% i Danko til 4.2% i Akkord. NSP derimod var relativt konstant; 14-15%. Klason lignin svinger fra 2.2% i toastet Petkus, 1985 til 5.3% i Danko. I tritikale havde Lokal det laveste stivelsesindhold, 63.3% mod 72.0% i Dagro. Frie sukre i tritikale var stort set på samme niveau som i rug, medens fruktanindholdet var langt lavere end tilfældet var for rug. Det samme var tilfældet med NSP indholdet (12-13%), hvorimod Klason lignin var på omtrent samme niveau som i rug.

I tabel 3 fremgår analyserne for aminosyrerne lysin, methionin + cystin, threonin og tryptofan i rug. Lysinindholdet svingede fra 3.37 g/16 N i Akkord til 4.11 i ubehandlet Petkus, 1985. Methionin + cystin koncentrationen svingede også meget fra 3.40 g/16 g N i Merkator til 4.17 i ubehandlet Petkus, 1985. Threonin indholdet i rug varierede fra

Tabel 2. Kulhydratfraktionens sammensætning og indholdet af Klason lignin (% af tørstof) i de undersøgte prøver af rug og tritikale

	Frie sukre	Fruktan	Stivelse	NSP ¹	Klason lignin
Rug:					
Merkator	2.4	3.8	64.1	14.6	2.3
Dominator	2.0	3.5	66.1	14.8	2.4
Akkord	2.6	4.2	64.8	15.9	2.7
Petkus	2.4	3.7	69.4	15.1	2.6
Epos	2.3	3.6	67.5	15.2	3.0
Danko	2.2	3.5	64.1	14.3	5.3
Petkus, 1985 (ubehandlet)	2.3	3.8	66.0	14.6	2.9
Petkus, 1985 (toastet)	1.3	4.1	62.2	14.6	2.2
Tritikale:					
Uno	2.2	1.1	71.6	12.4	3.1
Dagro	2.3	2.1	72.0	12.5	2.7
Lokal	2.2	1.2	63.3	13.0	3.6

¹ Ikke-stivelsesholdige polysakkarider.

2.97 g/16 N i Merkator til 3.57 g/16 g N i behandlet Petkus, 1985. Tryptofan var også lav i Merkator (0.94 g/16 g N) sammenlignet med ubehandlet Petkus, 1985 (1.21 g/16 g N).

Lysinindholdet i tritikale var gennemgående lavere end i rug med den laveste værdi på 3.00 g/16 g N. Det samme var tilfældet med threoninkoncentrationen, hvorimod methionin + cystin og

Tabel 3. Indhold af lysin, methionin + cystin, threonin og tryptofan (g/16 g N) i de undersøgte prøver af rug og tritikale

	Lysin	Methio- nine + cystin	Threo- nin	Trypto- fan
Rug:				
Merkator	3.50	3.41	2.97	0.94
Dominator	3.54	3.89	3.18	1.02
Akkord	3.37	3.40	2.99	1.01
Petkus	3.78	3.89	3.33	1.05
Epos	3.54	3.98	3.24	1.03
Danko	3.48	3.88	3.19	1.01
Petkus, 1985 (ubehandlet)	4.11	4.17	3.57	1.21
Petkus, 1985 (toastet)	3.58	3.66	3.27	1.13
Tritikale:				
Uno	3.45	3.80	3.12	1.15
Dagro	3.28	3.47	2.93	1.12
Lokal	3.00	3.68	2.94	1.10

tryptofanindholdet er stort set det samme som i rug.

Proteinets sande fordøjelighed (SF) i rug svingede meget (tabel 4) fra 76.2% i ubehandlet Petkus, 1985 til 84.3% for Dominator. Toastning af rug medførte en markant stigning i SF fra 76.2 til 83.2%. For biologisk værdi (BV) var der ligeledes store forskelle sorterne imellem med den laveste værdi for Merkator og Danko (73.8%). Den højeste værdi blev målt for ubehandlet Petkus, 1985 medens Petkus, 1987 havde en BV på blot 74.9%. Nettoproteinudnyttelsen (NPU) som er produktet af SF og BV var lavest i Akkord og Danko, 59.7% og højest i toastet Petkus, 1985 (67.8%). Udnyttelig protein (UP) varierer meget fra 6.0% i ubehandlet Petkus, 1985 til 7.3% i Merkator. Selv om der var signifikante forskelle på energiens fordøjelighed hos rug, så lå alle værdierne i området 83-86%.

Hos tritikale er SF værdierne markant højere end for rug med den højeste værdi på 90.1% for Dagro. BV værdierne derimod var lavere end for rug med den højeste værdi på 74.3% for Dagro og

Tabel 4. Proteinkvalitet og fordøjelig energi i de undersøgte prøver af rug og tritikale

	SF ¹	BV ²	NPU ³	UP ⁴	FE ⁵
Rug:					
Merkator	81.2 ^d	73.8 ^e	59.9 ^d	7.3 ^c	83.0 ^{de}
Dominator	84.3 ^c	77.0 ^c	64.9 ^b	6.7 ^g	85.6 ^{ab}
Akkord	79.1 ^e	75.5 ^{cd}	59.7 ^d	6.7 ^{ef}	83.8 ^{cd}
Petkus	81.5 ^d	74.9 ^{de}	61.1 ^{cd}	6.6 ^{fg}	84.7 ^{bc}
Epos	83.5 ^c	75.6 ^{cd}	63.1 ^b	7.2 ^{cd}	85.4 ^b
Danko	80.9 ^d	73.8 ^e	59.7 ^d	7.1 ^d	84.0 ^{cd}
Petkus, 1985 (ubehandlet)	76.2 ^f	84.0 ^a	64.0 ^b	6.0 ^h	82.5 ^e
Petkus, 1985 (toastet)	83.2 ^c	81.5 ^b	67.8 ^a	6.9 ^e	84.5 ^{bc}
Tritikale:					
Uno	85.4 ^b	69.9 ^f	59.7 ^d	7.1 ^d	83.1 ^{de}
Dagro	90.1 ^a	74.3 ^{de}	66.9 ^a	7.9 ^b	87.0 ^a
Lokal	86.2 ^b	69.2 ^f	59.7 ^d	8.3 ^a	83.7 ^{ode}

¹ Sand fordøjelig protein.

² Biologisk værdi.

³ Nettoproteinudnyttelse.

⁴ Udnyttelig protein (protein × NPU).

⁵ Fordøjelig energi.

^{a-h}Tal med samme bogstav i samme søjle er ikke signifikant (P < 0.05) forskellige.

69.2% for Lokal. På grund af de højere SF-værdier for tritikale end for rug blev NPU værdierne for tritikale stort set som for rug. De højeste UP værdier blev målt for tritikale – sammenlignet med rug. Dette skyldes det høje proteinindhold i tritikale. Energiens fordøjelighed var stort set den samme for tritikale som for rug.

Tabel 5. Korrelationen mellem visse kemiske og biologiske parametre

	SF	FE	BV
Fruktan	-0.68*	NS	-
NSP	-0.71*	NS	-
Lysin	-	-	0.78**

*P<0.05; **P<0.01

I tabel 5 er vist sammenhængen mellem fruktan og NSP og henholdsvis SF og FE. Her ses, at fruktan har en signifikant negativ effekt på SF værdierne, medens FE ikke er påvirket af fruktan. Det samme forhold kunne også ses for NSP. Mellem lysin og BV er der en stærk positiv korrelation.

Diskussion og konklusion

Resultaterne for den foreliggende undersøgelse viser, at der er markante sortsforskelle i næringsværdien af de rug- og tritikalesorter, der dyrkes i Danmark. Variationen i aminosyresammensætningen bevirker, at proteinkvaliteten målt som BV svinger fra 73.8 til 84.0% hos rug. Hos tritikale var den laveste BV 69.2% og den højeste 74.3%. Den væsentligste årsag til disse forskelle kan forklares ud fra forskelle i lysin, idet korrelationskoefficienten mellem lysin og BV er på 0.78.

Proteinets sande fordøjelighed varierede signifikant sorterne imellem, ligesom SF-værdierne for tritikale var signifikant højere end for rug. Specielt to faktorer synes at kunne forklare dette forhold. Både NSP og fruktan er væsentlig højere i rug end i tritikale. Da hverken NSP eller fruktan

nedbrydes af fordøjelsesenzymerne i den øvre del af tarmkanalen, vil disse to kulhydratfraktioner tjene som lettilgængelige energikilder for mikrofloraen i blind- og tyktarm. Herved vil en relativt større del af kvælstoffet blive indbygget i mikrobiel protein, hvilket resulterer i en lavere SF. En afledt effekt af dette er at gødningens tørstofindhold falder, hvilket hænger sammen med at vandindholdet i mikroorganismene er ca. 80%. Hos rotter der fik rug var gødningen meget fugtig sammenlignet med gødning fra dyr, der fik tritikale. Disse forhold er utvivlsomt den væsentligste årsag til problemerne med fugtig afføring hos fjerkræ, der fodres med rug. Hos grise kan der iagttages de samme problemer omend i mindre omfang. At fruktan såvel som en væsentlig del af NSP fermenteres kan ses af, at der ikke er nogen negativ sammenhæng mellem energiens fordøjelighed og fruktan- og NSP-indholdet. Det skal imidlertid påpeges, at nettoudnyttelsen af kulhydrater forgæres og absorberes i form af flygtige fede syrer i blind- og tyktarm er væsentlig lavere end af kulhydrater, der spaltes enzymatisk og absorberes i tyndtarmen. En anden ulempe ved rug er, at der kan forekomme uheldige koncentrationer af trypsininhibitorer. Disse inhibitorer er imidlertid varmemfølsomme og det kan da også ses, at toastet Petkus, 1985 havde hele 7% enheder højere SF end ubehandlet materiale.

Samlet kan der konkluderes, at næringsværdien i de undersøgte sorter af rug og tritikale underbygger erfaringerne fra praksis, hvor det har vist sig, at produktionsresultaterne varierer meget når disse to kornarter indgår i foderet. Ud fra de opnåede resultater mener vi imidlertid, at en række af problemerne kan forklares, og at disse bør tages i betragtning, når man selekterer for rug- og tritikalesorter, der skal indgå i foderet til fjerkræ og svin.