



### Næringsværdien i tritikale sammenlignet med næringsværdien i hvede og rug

#### 1. Kemisk sammensætning

*Danuta Boros, Ingeborg Jacobsen, K. E. Bach Knudsen, Birthe Pedersen og B. O. Eggum  
Afdeling for dyrefysiologi og biokemi*

Ud fra kemiske analyser af 1 hvedesort, 5 rugsorter og 11 tritikale sorter er næringsværdien søgt belyst. Proteinindholdet var højest i tritikale, medens lysinindholdet i tritikale var intermediært til indholdet i hvede og rug. Fedt, aske og træstof var stort set på samme niveau i alle tre kornarter. Indholdet af frit sukker var derimod ca. 50% højere i rug end i de to andre kornarter. Dette skyldtes primært et markant højere indhold af fruktan ( $\beta$ 2.6 eller  $\beta$ 2.1 fruktose) og dels et højere indhold af sukrose. Stivelsesindholdet i rug var lavere end i hvedeprøven, men ikke forskellig fra indholdet i tritikale. Analyser for opløselige og uopløselige fibre viste, at mængden af opløselige fibre var væsentlig højere i rug end i hvede og tritikale. Der var ikke væsentlige forskelle på indholdet af kalcium, medens fosfor- og zinkindholdet var højest i tritikale. Fytin-fosforindholdet var også højest i tritikale. Inhibitorer af trypsin og chymotrypsin var lavere i hvede end i rug og tritikale. Ud fra de kemiske analyser kan det sluttet, at næringsværdien imellem de tre kornarter er ret forskellig.

#### Indledning

Tritikale er som bekendt en krydsning mellem hvede og rug (*Triticum*  $\times$  *Secale*), og næringsværdien i denne kornart anses for at ligge nogenlunde midt imellem værdien i disse to kornarter. Udenlandske forsøg tyder imidlertid på, at tritikale ikke har de samme negative effekter på fordøjelighed og absorption som ofte ses for rug – specielt i forsøg med fjerkræ. At proteinkvaliteten i tritikale er langt bedre end i hvede – omend ringere end i rug – ligger også helt klart. Det hævdes imidlertid, at der i tritikale findes inhibitorer, der vil kunne sænke næringsværdien, således at produktionsresultaterne vil blive ringere end forventet ud fra de traditionelle kemiske analyser. For

at belyse de omtalte spørgsmål har vi dels udfra kemiske analyser og dels udfra biologiske målinger på rotter undersøgt næringsværdien i 1 hvedesort, 5 rugsorter samt 11 sorter af tritikale. Alle sorter blev dyrket i Polen under ensartede forsøgsbetingelser.

#### Materialer og metoder

Prøverne blev analyseret efter den sædvanlige foderstofanalyse. Desuden blev der analyseret for mængde og sammensætning af frit sukker, stivelse, opløselige og uopløselige fibre samt for indholdet af visse inhibitorer og mineraler. Alle analyser blev fortaget i henhold til internationalt anerkendte metoder.

## Resultater

Resultatet af foderstofanalysen er vist i tabel 1. Det ses, at proteinindholdet varierede betragtelig fra 8.9% i en af rugprøverne til 16.5% i en af tritikalesorterne. Triticale havde gennemgående et højere indhold af protein end rug. For fedt, aske og træstof var der kun meget små udsving imellem de tre kornarter. For træstof var der dog en tendens til højere værdier for tritikale.

Indholdet af frit sukker var gennemgående lavt (3–4%) i hvede og tritikale, hvorimod indholdet i rug var ca. 50% højere (tabel 2). Dette skyldes dels et markant højere indhold af fruktan ( $\beta$ 2.6 eller  $\beta$ 1.2 fruktose enheder), dels et højere indhold af sukrose. Indholdet af fruktaner og sukrose var henholdsvis 0.8–1.2% og 1.2–2.0% i tritikale mod 2.9–3.1% og 2.2–2.7% i rug. Fruktan- og sukroscindholdet i tritikale afveg ikke markant fra det, der blev fundet i hvedeprøven. Stivelsesindholdet i rug var lavere end i hvedeprøven, men ikke forskellig fra indholdet i tritikale. Stivelse udgjorde fra 61.1–67.9% af tørstoffet i tritikale mod 62.3–65.7% i rug. I hvedeprøven var stivelsesindholdet 68.1%.

Total fibre var højest i rug med værdier i området 15.7–16.6%, medens hveden kun indeholdt

12.5%. I tritikale var værdierne markant lavere (13.0–15.7%) end i rug, men højere end i hveden.

Opsplitningen af fibre i opløselige og uopløselige fibre viser endvidere, at de tre kornarter primært er forskellige med hensyn til indholdet af opløselige fibre. Opløselige fibre er således i området 3.4–4.1%, 1.5–2.7% og 1.2% i henholdsvis rug, tritikale og hvede. For uopløselige fibre var variationen 11.8–13.1%, 10.8–13.3% og 11.3% for henholdsvis rug, tritikale og hvede. Opløselige fibre består primært af kulhydraterne arabinose og xylose lokaliseret til endospermcellevæggen. Uopløselige fibre vil hovedsagelig være lokaliseret til skallen (pericarp og testa) og aleuroncellevæggene.

Tabel 3 illustrerer indholdet af aminosyrerne lysin, methionin + cystin og treonin. Heraf fremgår det, at lysinindholdet er langt højere i rug (3.56 til 4.07 g/16g N) end i hvede (2.91 g/16g N). Indholdet i tritikale ligger midt imellem de to andre kornarter omend med en langt højere variation (3.05 til 3.80 g/16g N). Methionin + cystinindholdet er meget lavere (ca. 25%) i hvede (2.75 g/16g N) end i både rug (3.56 til 3.87 g/16g N) og tritikale (3.42 til 3.83 g/16g N). Koncentrationen af treonin er meget lav i hvede (2.32 g/16g N) sammenlignet med rug (3.06 til 3.33 g/16g N) og tritikale (2.79 til 3.13 g/16g N).

Kalcium-, fosfor-, zink-, fytinsyre- og inhibitorindholdet fremgår af tabel 4. Heraf ses, at kalciumindholdet i hvede (0.32 mg/g) er langt lavere end i både rug (0.32 til 0.44 mg/g) og i tritikale (0.34 til 0.44 mg/g). Fosforindholdet var derimod ens i hvede (3.53 mg/g) og rug (3.40 til 3.68 mg/g), medens indholdet i tritikale var mærkbart højere (4.10 til 5.12 mg/g). Rug havde det laveste indhold af zink (22 til 36 ppm) mod 40 i hvede, og fra 39 til 62 ppm i tritikale. Fytinsyreindholdet var også gennemgående lavest i rug (2.45 til 2.93 mg/g) mod 2.98 i hvede, og fra 2.38 til 3.76 mg/g i tritikale. Indholdet af trypsin- og chymotrypsininhibitorer var ret lav i alle prøver, dog med de højeste værdier for rug.

## Diskussion

Resultaterne af den foreliggende undersøgelse tyder på, at den kemiske sammensætning af tritikale ikke nødvendigvis er intermediær til hvede og rug. Selv om de undersøgte sorter var dyrket under ensartede forhold, var proteinindholdet i

**Tabel 1. Kemisk sammensætning (pct. af tørstof) i de undersøgte prøver af hvede, rug og tritikale.**

	Protein	Fedt	Aske	Træstof	NFE
Hvede:					
Grana	12.8	3.1	1.7	2.2	80.2
Rug:					
Dankowskie Zlote	9.3	2.4	1.7	2.2	84.4
Chodan	12.1	2.5	1.9	2.1	81.4
Turbo	11.7	2.5	1.9	2.2	81.7
Tempo	8.9	3.4	1.8	2.1	85.8
SMH 183	9.1	2.6	1.8	2.6	85.9
Triticale:					
Lasko	14.5	2.5	2.1	2.3	78.6
LAD 676	15.9	2.5	2.2	2.6	76.8
LAD 944	14.2	2.3	1.9	2.7	78.9
CHD 353	13.4	2.8	2.2	2.6	79.0
CHD 463	13.7	2.6	2.1	2.9	78.7
RAH 101	15.3	2.6	2.1	2.6	77.4
RAH 4/258	13.5	2.5	2.2	3.1	78.7
CZR 224	15.9	2.6	2.3	2.9	76.3
CZR 802	16.5	2.6	2.4	2.9	75.6
MAH 6353	13.9	2.7	2.1	2.2	79.1
MAH 6713	12.4	2.6	2.1	2.7	80.2

**Tabel 2. Kulhydratfraktionens sammensætning (pct. af tørstof) i de undersøgte prøver af hvede, rug og tritikale.**

	Frit sukker					Fibre			
	Glukose	Fruktose	Sukrose	Fruktaner	Total	Stivelse	Uopløselige	Opløselige	Total
<b>Hvede:</b>									
Grana	0.2	0.1	1.3	0.9	2.5	68.1	12.3	1.2	12.5
<b>Rug:</b>									
Dankowskie Zlote	0.3	0.1	2.7	3.1	6.2	65.5	12.6	3.4	16.0
Chodan	0.3	0.1	2.6	2.9	5.9	62.3	12.3	4.1	16.4
Turbo	0.3	0.1	2.5	3.0	5.9	62.5	11.8	4.1	15.9
Tempo	0.3	0.1	2.4	3.1	5.9	64.3	11.8	3.9	15.7
SMH 183	0.2	0.1	2.2	2.9	5.4	65.7	13.1	3.4	16.5
<b>Tritikale:</b>									
Lasko	0.3	0.1	1.6	0.9	2.9	64.8	11.1	2.1	13.2
LAD 676	0.6	0.2	1.2	1.1	3.1	61.1	12.5	2.2	14.7
LAD 944	0.2	0.1	1.9	1.0	3.2	63.9	12.5	2.1	14.6
CHD 353	0.4	0.1	1.9	1.1	3.5	64.6	12.1	1.5	13.6
CHD 463	0.3	0.1	1.7	0.8	2.9	65.6	13.0	2.1	15.1
RAH 101	0.5	0.1	1.7	1.2	3.5	63.0	12.4	1.8	14.2
RAH 4/258	0.2	0.1	1.6	0.9	2.8	64.4	13.1	2.6	15.7
CZR 224	0.2	0.1	1.6	0.8	2.7	61.3	13.3	2.7	16.0
CZR 802	0.3	0.1	1.7	0.8	2.9	61.9	13.1	2.3	15.4
MAH 6353	0.3	0.1	1.9	1.2	3.5	66.6	10.8	2.2	13.0
MAH 6713	0.6	0.1	2.0	1.1	3.8	67.9	11.3	2.0	13.3

**Tabel 3. Indhold af lysin, methionin + cystin og treonin (g/16g) i de undersøgte prøver af hvede, rug og tritikale.**

	Lysin	Methionin + cystin	Treonin
<b>Hvede:</b>			
Grana	2.91	2.75	2.32
<b>Byg:</b>			
Dankowskie Zlote	3.89	3.87	3.25
Chodan	3.56	3.66	3.06
Turbo	3.75	3.56	3.19
Tempo	4.06	3.79	3.31
SMH 183	4.07	3.70	3.33
<b>Tritikale:</b>			
Lasko	3.34	3.83	3.04
LAD 676	3.09	3.76	2.83
LAD 944	3.12	3.68	2.83
CHD 353	3.80	3.62	3.13
CHD 463	3.14	3.57	2.89
RAH 101	3.10	3.42	2.87
RAH 4/258	3.26	3.65	2.88
CZR 224	3.05	3.48	2.79
CZR 802	3.09	3.61	2.85
MAH 6353	3.17	3.65	2.92
MAH 6713	3.51	3.82	3.09

tritikale markant højere end i både rug og hvede. Analyser af proteinets sammensætning viser derimod, at lysin var intermediær i tritikale i forhold til rug og hvede, i modsætning til methionin + cystin og treonin. For de sidstnævnte aminosyrer lå værdierne for tritikale meget tæt på værdierne for

rug og således markant højere end for hvede. Aminosyresammensætningen indikerer, at proteinkvaliteten i tritikale er bedre end i hvede, men dårligere end i rug.

Kulhydratfraktionens sammensætning viser på tilsvarende vis et meget splittet billede. Sukrose, stivelse og opløselige fibre er således alle intermediære i tritikale i forhold til hvede og rug. Alle tre parameter kan forventes at være stærkt genetisk styret. Sukrose indtager en central plads i kernens egen respiration, stivelse er den primære energireserve, medens opløselige fibre er en indikator for mængden af endospermcellevægge. I modsætning til sukrose er indholdet af fruktan, der er den anden hovedkomponent i sukkerfraktionen, i tritikale ikke væsentlig forskellig fra hvede men kun ca. 1/3 af koncentrationen i rug. Koncentrationen af uopløselige fibre er stort set identisk i de tre kornarter. Dette skyldes, at mængden af uopløselige fibre primært er bestemt af kernens botaniske sammensætning, såsom mængden af fibre i skal (perikarp og testa) og aleuroncellevægge. En anden parameter af betydning vil være dyrkningsstedet. Den botaniske sammensætning er identisk i de tre kornarter i modsætning til f.eks. byg og havre, der udover nævnte botaniske komponenter er omsluttet af en fiberrig inderavne. Indholdet af uopløselige fi-

**Tabel 4. Indhold af kalcium (mg/g), fosfor (mg/g), zink (ppm), fytin-fosfor (mg/g) og inhibitorer for trypsin og chymotrypsin (U)<sup>1)</sup> i de undersøgte prøver af hvede, rug og tritikale.**

	Kalcium	Fosfor	Zink	Fytin-fosfor	Inhibitorer	
					Trypsin	Chymotrypsin
<b>Hvede:</b>						
Grana . . . . .	0.32	3.53	40	2.98	0.55	1.09
<b>Rug:</b>						
Dankowskie Zlote . . . . .	0.32	3.40	36	2.45	1.19	1.85
Chodan . . . . .	0.38	3.68	28	2.88	1.14	2.49
Turbo . . . . .	0.40	3.62	28	2.93	1.16	2.00
Tempo . . . . .	0.41	3.51	22	2.83	1.04	1.68
SMH 183 . . . . .	0.44	3.50	23	2.70	0.70	1.43
<b>Tritikale:</b>						
Lasko . . . . .	0.42	4.47	47	3.42	1.13	2.79
LAD 676 . . . . .	0.43	4.67	62	3.65	0.31	1.22
LAD 944 . . . . .	0.38	4.15	51	3.18	0.48	1.16
CHD 353 . . . . .	0.43	4.58	43	3.46	0.86	1.46
CHD 463 . . . . .	0.34	4.16	44	3.45	0.50	1.60
RAH 101 . . . . .	0.40	4.55	46	3.68	0.39	1.53
RAH 4/258 . . . . .	0.42	4.25	44	2.43	1.12	1.40
CZR 224 . . . . .	0.42	5.03	54	3.46	0.23	1.17
CZR 802 . . . . .	0.44	5.12	61	3.76	0.99	1.40
MAH 6353 . . . . .	0.41	4.10	40	2.60	0.81	0.96
MAH 6713 . . . . .	0.44	4.22	39	2.38	0.98	1.97

<sup>1)</sup> unit (U) – inhibitor = den mængde, der er nødvendig for at hæmme 1 mg enzym.

bre er sædvanligvis højere i byg og havre end fundet i denne undersøgelse for rug, hvede og tritikale.

Med hensyn til de undersøgte mineraler var indholdet af fosfor og zink meget højere i tritikale end i både hvede og rug, medens kalciumindholdet i rug og tritikale var ret ens og højere end i hvede. Det skal dog bemærkes, at fytin-fosforindholdet var markant højere i tritikale end i rug og hvede. Et højt fytin-fosforindhold kan som bekendt være uheldigt for mineralernes biologiske tilgængelighed. Koncentrationen af inhibitorerne for trypsin og chymotrypsin er ikke højere i tritikale end i hvede og rug. Der synes nærmere at

være en tendens til, at de højeste koncentrationer findes i rug. Undersøgelserne kan således ikke understøtte visse udenlandske forsøg, der tyder på, at tritikale skulle indeholde visse inhibitorer, der ville forringe tritikalens næringsværdi.

Sammenfattende kan det således slutes, at det med hensyn til kemisk sammensætning kun er for visse parametre, at koncentrationen i tritikale er intermediær til hvede og rug. Dette gælder for sukrose, stivelse, opløselige fibre og lysin, men ikke for de svovlholdige aminosyrer og treonin. Af frit sukker afveg rug fra de to andre kornarter med et meget højt indhold af fruktan. Opløselige fibre var også højest i rug.