



# Statens Husdyrbrugsforsøg 1985

## Meddelelse

29. MAJ

NR. 576

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

#### 2. Balanceforsøg med rotter

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

I balanceforsøg med rotter blev det vist, at proteinets sande fordøjelighed var markant lavere i rug end i hvede og tritikale. Derimod var den biologiske værdi meget højere i rug på grund af det højere lysinindhold end i de to andre kornarter. En regressionsberegning viste, at lysin var den første begrænsende aminosyre i alle tre kornarter, idet lysinindholdet kunne forklare 90% ( $R^2 = 0.90$ ) af variationen i biologisk værdi. Endvidere blev det fundet, at både fruktan og opløselige fibre var meget stærkt negativt korreleret til proteinets sande fordøjelighed med korrelationskoefficienter på henholdsvis  $-0.96^{***}$  og  $-0.84^{***}$ . Kun total fibre var signifikant negativt korreleret til energiens fordøjelighed. Da både opløselige fibre og fruktan er væsentlig højere i rug end i hvede og tritikale, er det sluttet, at dette er den væsentligste årsag til fugtig gødning, når man fodrer med rug, da disse to kulhydratkilder ikke kan fordøjes, i den øvre del af tarmkanalen, men skal forgæres.

#### Indledning

Som det fremgår af meddelelse xxx, var den kemiske sammensætning af tritikale væsentlig forskellig fra den i rug og hvede. Kun for visse parametre, så som sukrose, stivelse, opløselige fibre og lysin, var der intermediær koncentration i tritikale i forhold til hvede og rug. Proteinkoncentrationen derimod var højere i tritikale end i både rug og hvede. Indholdet af uopløselige fibre var

omtrent det samme i de tre kornarter. Det blev ligeledes sluttet, at indholdet af trypsin og chymotrypsininhibitorer, der tenderede til at være højere i rug, var på et niveau, hvor det ikke skulle påvirke proteinets fordøjelighed. I det foreliggende arbejde vil næringsværdien i hvede, rug og tritikale, belyst ud fra balanceforsøg med rotter, blive sat i relation til den kemiske sammensætning.

## Materiale og metoder

Materialet i den foreliggende undersøgelse er det samme, der blev karakteriseret kemisk i meddelelse xxx.

I rotteforsøgene bestemtes proteinets sande fordøjelighed (SF), den biologiske værdi (BV), nettoproteinudnyttelsen (NPU), udnyttelig protein (UP) og fordøjelig energi (FE). UP beregnes som produktet af proteinkoncentrationen og NPU. Afdelingens sædvanlige teknik ved rotteforsøgene blev benyttet.

## Resultater

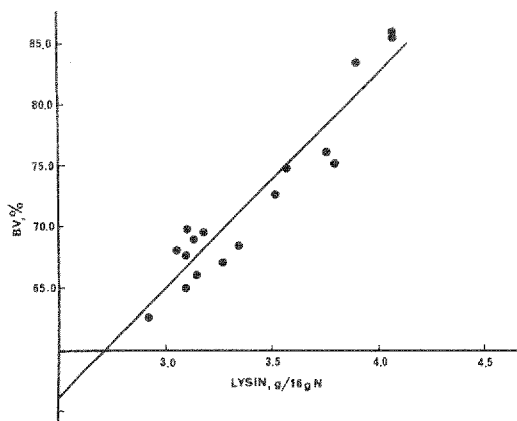
Af tabel 1 fremgår det, at SF var markant lavere i rug (81.3 til 83.4%) end i hvede og tritikale (90.1 til 94.3%). Derimod var BV meget højere i rug (74.0 til 85.6%) end i hvede og tritikale (64.0 til 75.2%). På grund af de lavere SF-værdier i rug end i de to andre kornarter, var der relativt min-

dre forskelle i NPU mellem de tre kornarter. NPU i hvede var 56.5%, medens den i rug svingende mellem 61.3 og 70.3% og i tritikale mellem 59.5 og 69.3%. UP var 7.23% i hvede, medens den varierede fra 6.25 til 7.42 i rug, og fra 8.15 til 10.35% i tritikale. De højere værdier for tritikale end for rug skyldes, at proteinindholdet i tritikale var betydeligt højere. Til trods for udtalte forskelle i proteinets fordøjelighed, var der næsten ingen forskel i energiens fordøjelighed i de tre kornarter. Alle værdier lå i området fra 83.4 til 87.5%.

**Tabel 1. Proteinkvalitet og fordøjelig energi i de undersøgte prøver af hvede, rug og tritikale**

	SF <sup>1</sup>	BV <sup>2</sup>	NPU <sup>3</sup>	UP <sup>4</sup>	FE <sup>5</sup>
<b>Hvede:</b>					
Grana	90.2	62.6	56.5	7.23	85.9
<b>Rug:</b>					
Danowskie Zlote	81.7	83.1	67.9	6.32	84.9
Chodan	82.3	74.6	61.3	7.42	83.4
Turbo	83.4	75.8	63.3	7.40	84.2
Tempo	82.1	85.6	70.3	6.25	87.0
SMH 183	81.3	85.4	69.5	6.32	85.1
<b>Tritikale:</b>					
Lasko	91.3	68.2	62.9	9.12	84.5
LAD 676	91.7	64.8	59.5	9.45	84.6
LAD 944	94.3	68.9	65.0	9.24	86.6
CHD 353	92.1	75.2	69.3	9.28	87.0
CHD 463	91.6	65.9	60.3	8.26	84.2
RAH 101	92.7	69.4	64.3	9.84	85.2
RAH 4/258	90.1	67.0	60.4	8.15	84.6
CZR 224	92.9	67.9	63.1	10.04	85.3
CZR 802	93.0	67.5	62.7	10.35	84.9
MAH 6353	91.7	69.4	63.6	8.84	87.5
MAH 6713	91.8	72.6	66.6	8.25	86.0

<sup>1</sup> Sand fordøjelig protein; <sup>2</sup> Biologisk værdi; <sup>3</sup> Nettoproteinudnyttelse; <sup>4</sup> Udnyttelig protein (protein × NPU); <sup>5</sup> Fordøjelig energi.



**Figur 1. Sammenhængen mellem indhold af lysin og biologisk værdi (BV).  $BV = 11.7 + 17.7 \times \text{lysin (g/16g N)}$ ,  $R^2 = 0.90$ .**

At lysin er den første begrænsende aminosyre i de undersøgte kornarter fremgår af figur 1, hvor lysinindholdet (g/16 g N) er sat i relation til BV. Regressionsberegningen viste, at lysinindholdet kunne forklare 90% ( $R^2 = 0.90$ ) af variationen i BV.

Som det fremgår af tabel 2, er både fruktan og opløselige fibre meget stærkt korrelerede til proteinets fordøjelighed med korrelationskoefficienter på henholdsvis  $-0.963^{***}$  og  $-0.847^{***}$ . Det er imidlertid et spørgsmål, om sammenhængen er reel. En afbildning af SF mod henholdsvis fruktan og opløselige fibre viser, at specielt for fruktan kan materialet opdeles i to helt adskilte grup-

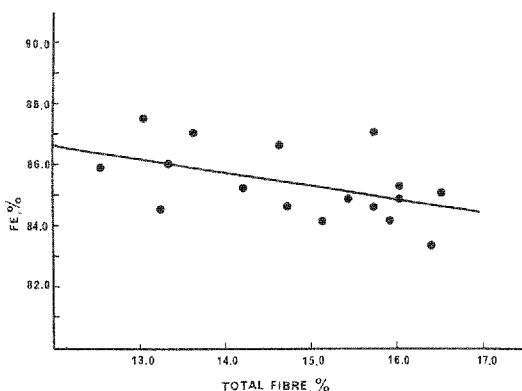
**Tabel 2. Sammenhængen mellem foderets indhold af henholdsvis fruktan, træstof, opløselig-, uopløselige- og total fibre og sand fordøjelig protein (SF) og fordøjelig energi (FE)**

	SF	FE
Fruktan . . . . .	-0.96***	-0.17
Træstof . . . . .	0.58*	-0.12
Opløselige fibre . . . . .	-0.84***	-0.36
Uopløselige fibre . . . . .	-0.02	-0.42
Total fibre . . . . .	-0.60*	-0.50*

\* P < 0.05; \*\* P < 0.01; \*\*\* P < 0.001

per, hvilket vanskeliggør en tolkning af resultaterne.

Af tabel 2 og figur 2 fremgår, at total fibre er den eneste komponent ved foderet, der er signifikant korreleret til energiens fordøjelighed. Den nævnte sammenhæng beskriver imidlertid kun 25.6% ( $R^2 = 0.256$ ) af den totale variation i energiens fordøjelighed.



Figur 2. Sammenhængen mellem total fibre og fordøjelig energi (FE).  $FE = 92.0 - 0.45 \times \text{total fibre}$ ,  $R^2 = 0.26$ .

## Diskussion

De biologiske forsøg med rotter viste helt klart, at den biologiske værdi i hvede var langt ringere end i både rug og tritikale. De højeste værdier blev fundet for rug. Det skal imidlertid understreges, at proteinets sande fordøjelighed i rug er langt lavere end i de to andre kornarter. Specielt to faktorer synes at kunne forklare dette forhold. Både opløselige fibre og fruktan er væ-

sentlig højere i rug end i både hvede og tritikale. Hverken opløselige fibre eller fruktan vil kunne nedbrydes af fordøjelsesczymer i den øvre del af tarmkanalen, hvorimod de kan forventes at tjene som relativt lettilgængelige energikilder for mikrofloraen i blind- og tyktarm. Herved vil en relativ større del af kvælstoffet bliver indbygget i mikrobiel protein og dermed sænke proteinets fordøjelighed. Dette er utvivlsomt den væsentligste årsag til problemerne med rug, specielt til fjerkræ. Vandindholdet i mikroorganismer er i størrelsesorden 80%, hvilket kan forklare problemerne med blød afføring. Dette blev også registreret i herværende forsøg, idet de rotter, der fik rug, havde et markant højere vandindhold i gødningen end de rotter, der fik hvede og tritikale. Tritikale forårsagede derimod ikke dette problem og skulle derfor være langt mere velegnet som foder til fjerkræ end rug. Set ud fra et protein-kvalitetssynspunkt vil tritikale også være at foretrække fremfor hvede, specielt da undersøgelsen ikke kunne identificere markante forskelle i trypsin og chymotrypsinindholdet tritikale sammenlignet med hvede. I rug var der dog en tendens til et højere indhold af de to anførte inhibitorer.

Forsøgene viser helt klart, at lysin er den første begrænsende aminosyre i de tre undersøgte kornarter, og at indholdet af aminosyrerne lysin, methionin + cystin og treonin generelt er meget lavt i hvede. Undersøgelsen viser endvidere, at fruktan og opløselige fibre var højt negativt korreleret til proteinets sande fordøjelighed. Det er dog i høj grad et spørgsmål, om denne sammenhæng i dette materiale kan beskrives ved en lineær model. Indholdet af fruktan var således specielt højt i rug (2.9–3.1%), medens den stort set var den samme i tritikale (0.8–1.2%), og hvede 0.9%. For opløselige fibre var fordelingen mindre diskret, idet koncentrationen i rug var 3.4–4.1%, i tritikale 1.8–2.6% og i hvede 1.2%. I begge tilfælde tyder fordelingen af punkterne imidlertid på, at variationen i SF i højere grad skyldes artsforskelle, de tre kornarter imellem, end variationen i koncentrationen af henholdsvis fruktan og opløselige fibre i materialet. Et højt indhold af

fruktan og opløselige fibre er således én af rugs artsmæssige karakteristika.

Sammenhængen mellem fordøjelig energi og total fibre var forholdsvis svag. Den lineære model kunne kun beskrive 25.6% af variationen i energiens fordøjelighed, hvilket sandsynligvis hænger sammen med den forholdsvis beskedne

variation i energiens fordøjelighed. Alle prøver blev dyrket på samme lokalitet, hvilket reducerer indflydelsen af miljø på fiberindholdet og dermed på fordøjeligheden. Endvidere vil en del af den energi i fibre, der forgæres, absorberes, medens relativt mere kvælstof vil blive indbygget i mikrobiel protein.