



Statens Husdyrbrugsforsøg 1987

Meddelelse

24. SEPTEMBER

NR. 677

Næringsværdien af danskdyrket byg

2. Biologiske målinger

*K. E. Bach Knudsen, B. O. Eggum og Ingeborg Jacobsen
Afdelingen for dyrefysiologi og biokemi, Statens Husdyrbrugsforsøg*

Den ernæringsmæssige værdi af ni bygsorter, dyrket i 1981, 1982 og 1983 på to lokaliteter i Danmark blev undersøgt i balanceforsøg med rotter.

Kulhydratfraktionens sammensætning – specielt forholdet mellem stivelse og kostfibre (DF) – havde en afgørende indflydelse på indholdet af fordøjelig energi (FE). FE var således 1.3% højere i vår maltbyg end i vår foderbyg. Dette skyldtes et højere indhold af stivelse og et lavere indhold af DF. FE var markant lavere for byg dyrket i 1983, end i de foregående to år. Denne nedgang, der skyldes et lavere stivelse og højere DF indhold, var specielt udtalt for byg dyrket på sandjord.

Uopløselige kostfibre (IDF) var den kulhydratbestandel, der var stærkest negativt korreleret med energiens fordøjelighed. Dette skyldes at IDF først og fremmest er et mål for kernens indhold af cellulose, hemicellulose og lignin. I modsætning hertil var der ingen sammenhæng mellem kulhydratfraktionens sammensætning og proteinets sande fordøjelighed, biologiske værdi og nettoproteinudnyttelse.

Indledning

Det er generelt accepteret, at stivelse – kvantitativt den mest betydende energikilde for enmavede dyr – og det meste af sukkerfraktionen næsten fuldstændig nedbrydes til monosakkarider ved enzymatisk hydrolyse i tyndtarmen. De fleste undersøgelser med enmavede dyr tyder på, at mindre end 5% af stivelsen passerer tyndtarmen unedbrudt. I modsætning til stivelse og sukker passerer kostfibre (DF = ikke-stivelsesholdige polysakkarider (NSP) + lignin.) stort set tyndtarmen unedbrudt. I blind- og tyktarm nedbrydes en betydende mængde NSP ved mikrobiel fermentering under uddannelse af kortkædede fede syrer

(SCFA). Nettoudnyttelsen af energi i kulhydrater fermenteret til SCFA er imidlertid kun ca. halv så stor som af energi i monosakkarider. Årsagen til dette er tab af energi med fermenteringsgasser og en lavere udnyttelse af SCFA relativ til monosakkarider i den intermediære omsætning.

Eftersom kulhydratfraktionen udgør omkring 80% af byggets tørstof, vil sammensætningen af denne fraktion, specielt indholdet af stivelse og sukker i relation til DF, være af stor betydning for byggets energiindhold. Som det fremgik af meddelelse nr. 676 varierede stivelsesindholdet (% af tørstof) i danskdyrket byg fra 50.7 til 64.2% og

DF fra 18.6 til 27.0%. Denne variation skyldes sort og dyrkningsbetingelser herunder vejrlig. I bygsorter, der var egnede til maltning, blev der fundet et højere indhold af stivelse og et lavere indhold af opløselige (SDS) og uopløselige (IDF) fibre end i vår foderbyg.

Formålet med denne undersøgelse var at studere den ernæringsmæssige værdi af byg i relation til bygtype, dyrkningsår og lokalitet. Den kemiske sammensætning er beskrevet i meddelelse nr. 676.

Materialer og metoder

Bygmaterialet omfattede de ni bygsorter, der blev karakteriseret med hensyn til kemisk sammensætning i meddelelse nr. 676. Bygmaterialet kunne opdeles i tre grupper, og blev refereret til som vår foderbyg, vår maltbyg og vinter foderbyg. Bygsorterne blev dyrket i tre år; 1981, 1982 og 1983 på to lokaliteter; en god kvalitet lerjord på Sjælland (C) og en dårlig kvalitet sandjord i Jylland (S).

Tabel 2. Effekt af lokalitet, dyrkningsår og bygvarietet på fordøjelig energi (FE), sand fordøjelig protein (SF), biologisk værdi (BV) og nettoproteinudnyttelsen (NUP)

	FE, %	SF, %	BV, %	NPU, %
Lokalitet:				
Sandjord	79.6	85.9	77.6	66.7
Lerjord	79.0	86.7	75.7	65.6
Dyrkningsår:				
1981	80.4	86.8	77.2	67.0
1982	79.9	85.6	77.0	65.9
1983	77.7	86.7	75.8	65.7
Bygtype ^{a)} :				
SF	78.9	85.8	77.6	66.6
SM	80.2	86.9	75.9	66.0
WF	78.6	86.8	75.6	65.6
Poolet s	2.13	2.08	3.06	3.14
<i>Fværdi for:</i>				
Lokalitet (L)	0.35	1.92	1.75	0.15
Dyrkningsår (Y)	26.78***	7.33***	0.89	0.52
Bygtype (T)	11.42***	9.48***	15.73***	3.28*
L × Y	27.96***	4.80**	21.36***	8.04***
L × T	2.36	7.24***	11.90***	3.51*
Y × T	2.42*	0.55	8.08***	5.84***

* $p < 0.05$; ** $p < 0.01$; *** $p < 0.001$

^{a)} SF = vår foderbyg, SM = vår maltbyg, WF = vinter foderbyg

Den ernæringsmæssige værdi af bygsorterne blev undersøgt i balanceforsøg med rotter. Som parametre blev benyttet sand fordøjelig protein (SF), biologisk værdi (BV), nettoproteinudnyttelsen (NPU) og fordøjelig energi (FE). Samtlige bygdiæter blev fremstillet med et konstant N-indhold ved justering med N-fri blanding (Tabel 1). Balanceforsøgene med rotter blev gennemført efter SH's sædvanlige procedure.

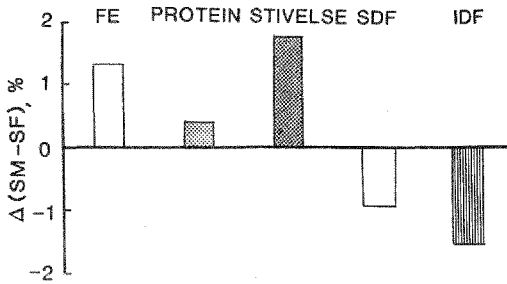
Tabel 1. Sammensætningen af forsøgsblandinger (% af tørstof)

	Gns.	Variation	
Byg ^{a)}	78.3	63.5	94.4
N-fri blanding	16.1	0	30.9
Mineralblanding	4.0	4.0	4.0
Vitaminblanding	1.6	1.6	1.6

^{a)} De forskellige bygsorter.

Resultater

Indholdet af fordøjelig energi var 1.3% højere i vår maltbyg end i vår foderbyg (Tabel 2, Figur 1). Det højere FE indhold skyldes et højere indhold



Figur 1. Forskel ($\Delta(SM-SF)$, %) i fordøjelig energi (FE), protein, stivelse, opløselige (SDF) og uopløselige (IDF) kostfibre for vår maltbyg (SM) og vår foderbyg (SF).

af stivelse på 1,7% og et lavere indhold af SDF og IDF på henholdsvis 0,9% og 1,3%. Sand fordøjelig protein var også højere i vår maltbyg end i vår foderbyg, hvorimod det omvendte var tilfældet med biologisk værdi. Nettoproteinudnyttelsen var derfor stort set uforandret. Forskellen i FE mellem vår- og vinterfoderbyg var mindre udtalt.

Rangering af de enkelte bygsorter indenfor år og sort viste, at Gunhild lå i top (rangering 1-3) og Lami i bund (rangering 8-9) for hvert år og lokalitet. I gennemsnit var forskellen i FE mellem de to bygsorter 2,8% (Tabel 3). Årsagen var et højere indhold af TDF på bekostning af stivelse. Protein, fedt og aske, var derimod mindre påvirket.

FE var signifikant lavere for byg dyrket i 1983 sammenholdt med de to foregående år. Denne effekt var specielt udtalt for byg dyrket på sandjord i 1983. På denne lokalitet var FE henholdsvis 80,9, 80,4 og 76,1% i 1981, 1982 og 1983 (Tabel 2). Sammenlignelige værdier for byg dyrket på lerjord var 80,8%, 79,5 og 79,3%. Vekselvirkningen mellem lokalitet og dyrkningsår (LxY) og dyrkningsår og bygtype (YxT) var også signifikant. Årsagen til dette var, at stivelsesindholdet i vår foder- og vår maltbyg var kraftigere påvirket af tørken på sandjorden i 1983 end tilfældet var med vinterbyggen. For enkelte bygsorter blev der fundet så lave værdier som 73,1%.

Variationen i SF kunne henføres til de samme faktorer – dyrkningsår og bygtype – som tilfældet var med FE. SF var imidlertid i modsætning til FE lavest i 1982 og højest i 1981.

Tabel 3. Kemisk sammensætning (% af tørstof), fordøjelig energi (FE, %), sand fordøjelig protein (SF, %), biologisk værdi (BV, %) og nettoproteinudnyttelsen (NPU, %) af de to bygsorter – Gunhild og Lami

	Gunhild	Lami	Δ, %
Antal prøver			
	6	6	
Kemisk sammensætning:			
Lavmolekylære			
sukre ^{a)}	1.9	2.0	0.1
Stivelse	59.6	56.9	2.7
Ikke-stivelsesholdige polysakkarider (NSP):			
Cellulose	4.3	5.0	+0.7
β-glukan	4.3	4.6	+0.3
Hemicellulose	7.7	8.7	+1.0
Total NSP	16.3	18.3	+2.0
Klason lignin	2.7	2.9	+0.2
DF	19.0	21.2	+2.2
TDF ^{b)}	20.8	23.6	+2.8
Protein (N×6.25)	12.0	11.9	+0.1
HCl-fedt	3.5	3.7	+0.2
Aske	2.2	2.4	+0.2
Fordøjelig energi (FE)	80.8	78.0	2.8***
Sand fordøjelig protein (SF)	86.5	85.7	0.8 ^{NS}
Biologisk værdi (BV)	76.9	75.6	1.3 ^{NS}
Nettoproteinudnyttelsen (NPU)	66.5	64.8	1.7 ^{NS}

NS = ikke signifikant; *** $p < 0.001$

a) sum af glukose, fruktose, sukrose og fruktan

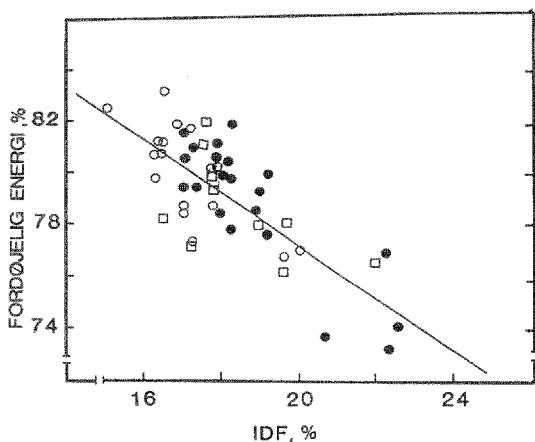
b) Kostfibre bestemt gravimetrisk

Fordøjelig energi var negativt korreleret til IDF og TDF og positivt korreleret til stivelsesindhold (Tabel 4). Sammenhængen mellem FE og IDF er vist i figur 2. I modsætning hertil havde hverken SDF eller β-glukan nogen negativ effekt på FE. Til trods for at SF varierede fra 81,6 til 89,9% kunne denne variation ikke sættes i relation til kulhydratfraktionens sammensætning.

Tabel 4. Korrelationen mellem stivelse, opløselige (SDF), uopløselige (IDF) og total (TDF) kostfibre, total β-glukan og fordøjelig energi (FE) og sand fordøjelig protein (SF)

	FE	SF
Stivelse	+0.770***	+0.257 ^{NS}
SDF	+0.160 ^{NS}	+0.175 ^{NS}
IDF	+0.786***	+0.130 ^{NS}
TDF	+0.761***	+0.040 ^{NS}
β-glukan	+0.034 ^{NS}	+0.218 ^{NS}

NS = ikke signifikant; *** $p < 0.001$



Figur 2. Sammenhængen mellem fordøjelig energi (FE) og uopløselige kostfibre (IDF); $FE = 97.6 - 1.02 \times IDF$; $R^2 = 0.58$; (●) vår foderbyg, (○) vår maltbyg; (□) vinter foderbyg.

Diskussion

Resultaterne af denne undersøgelse viser, at energiens fordøjelighed er stærkt korreleret til sammensætningen af kulhydratfraktionen i særdeleshed forholdet mellem stivelse og DF. Det højere energiindhold i vår maltbyg end i vår foderbyg skyldes således et højere indhold af stivelse og et lavere indhold af DF. Det signifikant lavere indhold af FE for byg dyrket på sandjord i 1983 end i de foregående år kunne henføres til de samme forhold.

Fordøjeligheden af energien varierede fra 73.1% til 83.1%. Dette er i samme størrelsesorden som variationen i stivelse og DF og viser, at byg ikke er så homogen en råvare som tidligere antaget. Den kemiske sammensætning og den ernæringsmæssige værdi er således afhængig af faktorer som varietet, dyrkningsforhold og -år. Forskellen i FE mellem den bedste og dårligste bygsort var 2.8%. Også i dette tilfælde kunne forskellen forklares ved forholdet mellem stivelse og DF.

Den høje negative sammenhæng mellem FE og IDF er i overensstemmelse med det der er fundet tidligere (se meddelelse nr. 540). Årsagen til den stærke negative sammenhæng er, at IDF primært er et mål for kernens indhold af cellulose, hemicellulose og lignin. Disse cellvægsbestanddele findes først og fremmest i lignificerede sekundære cellvægge i skallen og er meget resistente mod mikrobiel fermentering. I meddelelse nr. 633 blev fordøjeligheden af cellulose, hemicellulose og lignin i byg fundet til henholdsvis $31 \pm 3\%$, $55 \pm 2\%$ og $5 \pm 14\%$. I modsætning hertil er β -glukan, der er lokaliseret i ulignificerede cellevægge i endosperm og aleuron, forholdsvis let nedbrydelige for mikrofloraen. Følgelig er hverken β -glukan eller SDF negativt korreleret til FE.

Variationen i SF kunne ikke sættes i relation til kulhydratfraktionens sammensætning. Dette skyldes at korrelationen mellem cellevægsbundet protein og DF, i denne undersøgelse, ikke er særlig høj. Som diskuteret i meddelelse nr. 676 varierer indholdet af DF i takt med andelen af skal i forhold til endosperm. Da indholdet af protein i skallen kun er 3–4%, og derfor kun udgør en mindre del af kernens totale proteinindhold, er det forståeligt med den lave sammenhæng mellem SF og DF.