



Næringsværdien af danskdyrket byg

1. Kulhydrater og andre hovedkomponenter

K. E. Bach Knudsen¹⁾, P. Åman²⁾ og B. O. Eggum¹⁾

¹⁾Afdelingen for Dyrefysiologi og Biokemi, Statens Husdyrbrugsforsøg.

²⁾Institutionen för husdjurens utfodring och vård, Sveriges Lantbruksuniversitet.

Ni bygsorter, opdelt efter type – vår foderbyg (4), vår maltbyg (3) og vinter foderbyg (2) – blev dyrket i tre år; 1981, 1982 og 1983 på to lokaliteter i Danmark; en god kvalitet lerjord på Sjælland og en dårlig kvalitet sandjord i Jylland. Samtlige bygprøver blev underkastet en grundig kemisk analyse specielt med hensyn til kulhydratfraktionens sammensætning. Denne blev analyseret for lavmolekylære sukre, stivelse, opløselige- og uopløselige kostfibre, opløselig- og uopløselig β -glukan og ikke-stivelsesholdige polysakkarider.

Stivelsesindholdet var 1.7% højere og fiberindholdet 2.2% lavere i de undersøgte partier af vår maltbyg end af vår foderbyg. Både indholdet af opløselige (-0.9%) i uopløselige fibre (-1.3%) var reduceret i maltbyg. Det lavere indhold af opløselige fibre i maltbyg skyldes et lavere indhold af opløselig β -glukan medens det lavere indhold af uopløselige fibre skyldes tyndere skaller.

Både dyrkningsår og lokalitet havde en markant indflydelse på kulhydratfraktionens sammensætning. For byg dyrket på sandjord i 1983 var stivelsesindholdet lavere og fiberindholdet højere end i de foregående år. Denne ændring i kulhydratfraktionens sammensætning var affødt af tørke i 1983, der resulterede i en ufuldstændig fyldning af kernen. Herved blev den relative andel af skaller (fibre) forøget på bekostning af endosperm (stivelse).

Indledning

Byg har traditionelt været den vigtigste energikilde ved ernæringen af husdyr i Danmark. I mange år blev byg betragtet som en meget homogen råvare, der i kemisk sammensætning var uafhængig af sort, dyrkningsår og lokalitet. En række nyere danske og udenlandske undersøgelser har imidlertid vist, at der kan være store variationer i byggens kemiske sammensætning og dermed sandsynligvis også i energiindholdet.

Kulhydratfraktionen udgør omkring 80% af byggens tørstof. Sammensætningen af denne fraktion – specielt indholdet af stivelse og sukker i forhold til kostfibre (DF) – vil være af overordentlig stor betydning for byggens energiindhold. Stivelse og sukker nedbrydes næsten kvantitativt i tyndtarmen ved en kombination af pankreas α -amylase og maltosespaltende enzymer placeret på tarmvilli. Nedbrydningen af DF er mere kom-

pleks og foregå først og fremmest ved mikrobiel fermentering i blind- og tyktarm. Ved denne proces nedbrydes fiberpolysakkariderne; ikke-stivelsesholdige polysakkarider (NSP) til kortkædede fede syrer (SCFA), der absorberes til værtsdyret og dermed bidrager til kroppens energiforsyning. Nettoudnyttelsen af energi i kulhydrater fermenteret til SCFA, er imidlertid væsentlig dårligere end af kulhydrater hydrolyseret til monosakkarider. Dette skyldes dels tab af energi som fermenteringsgasser og dels en lavere udnyttelse af SCFA sammenholdt med monosakkarider i den intermediære energiomsætning.

Tidligere undersøgelser har hovedsagelig taget sigte på at beskrive den totale variation i kemisk sammensætning af de bygpartier, der fandtes på foderstofmarkedet. Formålet med denne undersøgelse var derimod, at undersøge den kemiske sammensætning af forskellige typer af byg; vår foderbyg, vår maltbyg og vinter foderbyg dyrket på forskellige lokaliteter og i forskellige år. I to efterfølgende meddelelser vil den ernæringsmæssige værdi af disse bygsorter blive beskrevet, ligesom de kemiske og biologiske data vil blive benyttet til beregning af energiindholdet.

Materialer og metoder

Bygmaterialet bestod af fire vår foderbygger (Lami, Zita, Harry, Cerise) tre vår maltbygger (Triumph, Gunhild, Gula) og to vinter foderbygger (Igri, Gerbel). Bygsorterne blev dyrket i tre år; 1981, 1982 og 1983 på to lokaliteter i Danmark; en god kvalitet lerjord på Sjælland (C) og en dårlig kvalitet sandjord i Jylland (S). I 1981 var Igri og Gerbel imidlertid ikke tilgængelig på lerjorden og Triumph og Cerise på sandjorden. Hele undersøgelsen omfattede således ialt 50 forskellige bygprøver.

Bygprøverne blev underkastet en grundig kemisk analyse specielt med hensyn til kulhydratfraktionens sammensætning. Denne blev analyseret for lavmolekylære sukre, stivelse, opløselige (SDF) og uopløselige (IDF) kostfibre og β -glukan i henhold til de metoder, der blev beskrevet i meddelelse nr. 632. Sorterne Gunhild, Lami, Zita og Gerbel blev yderligere analyseret for indhold

og sammensætning af ikke-stivelsesholdige polysakkarider (NSP) og Klason lignin (Meddelelse nr. 632). Analyser for fedt, aske og protein ($N \times 6.25$) blev foretaget efter standardmetoder ved afdelingen.

Resultater

Indholdet (% af tørstof) af stivelse var 1.7% højere i maltbyg end foderbyg (Tabel 1 og 2). Omvendt var indholdet af SDF og IDF henholdsvis 0.9% og 1.3% lavere. Forskydningen mellem opløselig og uopløselig β -glukan var specielt bemærkelsesværdig. I maltbyg var forholdet mellem de to former af β -glukan 50:50 sammenholdt med 57:43 i foderbyg. For de øvrige parametre afveg de to bygtyper ikke markant fra hinanden. Det var dog bemærkelsesværdigt at proteinindholdet var højere i maltbyg end i foderbyg. Dette hænger sandsynligvis sammen med, at begge bygtyper

Tabel 1. Effekt af lokalitet, dyrkningsår og bygvarietet på de kemiske hovedkomponenter; protein, stivelse og total kostfibre (TDF)

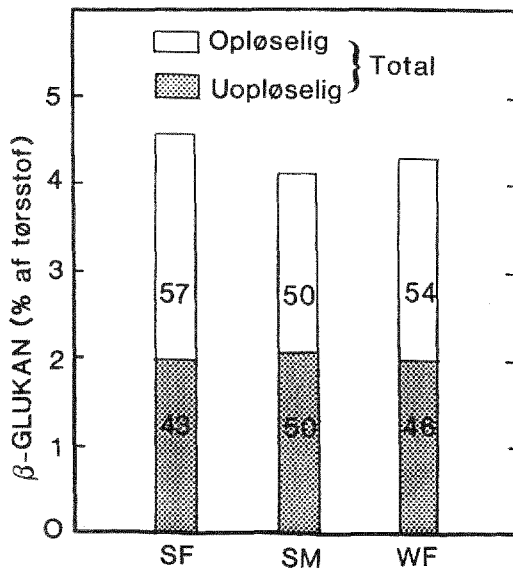
	% af tørstof		
	Protein	Stivelse	TDF
Lokalitet:			
Lerjord	11.3	59.6	21.9
Sandjord	12.5	57.2	22.7
Dyrkningsår:			
1981	11.2	60.5	21.5
1982	11.7	59.2	21.9
1983	12.8	55.9	23.4
Byg type^{a)}:			
SF	11.6	58.0	23.2
SM	12.0	59.7	20.8
WF	12.7	57.1	22.9
Poollet s	1.28	2.57	1.87
Fværdi for:			
Lokalitet (L)	8.06**	3.71	0.79
Dyrkningsår (Y)	9.30***	19.47***	7.85***
Bygtype (T) . .	7.91**	13.52***	24.41***
LxY	7.42**	11.54***	4.88*
LxT	7.27**	12.38***	1.40
YxT	2.21	3.06*	1.09

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

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

Tabel 2. Kemisk sammensætning (% af tørstof) af vår foderbyg (SF), vår maltbyg (SM) og vinter foderbyg (WF)

Varietetype:	SF	SM	WF
Antal prøver	23	17	10
Lavmolekylære sukre:			
Glukose	0.2	0.1	0.2
Fruktose	0.1	0.1	0.1
Sukrose	1.2	1.3	1.2
Fruktan	<u>0.6</u>	<u>0.7</u>	<u>0.7</u>
Total sukker	2.1	2.2	2.2
Stivelse	58.0	59.7	57.1
Kostfibre (DF):			
Opløselige (SDF)	4.6	3.7	4.5
Uopløselige (IDF)	<u>18.4</u>	<u>17.1</u>	<u>18.4</u>
Total (TDF)	23.0	20.8	22.9
Protein (N × 6.25)	11.6	12.0	12.7
HCl-fedt	3.5	3.4	3.4
Aske	2.3	2.2	2.2



Figur 1. Indhold af opløselig- og uopløselig β-glukan i vår foderbyg (SF), vår maltbyg (SM) og vinter foderbyg (WF). Talangivelserne angiver den relative fordeling (%) mellem opløselig- og uopløselig β-glukan.

blev gødet med kvælstofmængder, der var normale ved dyrkning af foderbyg. Den kemiske sammendætning var omtrent den samme for vinter- og vår foderbyg.

Betydningen af dyrkningssted og -år kan aflæses af tabel 3. Det lave indhold af stivelse og høje indhold af DF for byg dyrket på sandjord i 1983, skyldes den udbredte tørke i juni og juli det pågældende år. I juni og juli faldt der således i denne del af landet kun henholdsvis 22 mm og 9 mm. Dette kan sammenholdes med en gennemsnitsnedbørsmængde på 49 mm (juni) og 76 mm (juli). Som et resultat af disse ufordelagtige dyrkningsbetingelser faldt indholdet af stivelse fra 60.3% i 1981 til 53.8% i 1983. For enkelte sorter blev der målt helt ned til 50.7% stivelse. I modsætning hertil steg indholdet af både protein og fibre markant. Indholdet af TDF øgedes således fra 21.5% i 1981 til 24.4% i 1983 og indholdet af protein fra 11.4% til 13.5%. Det højere indhold af TDF skyldes, at den relative andel af skaller blev øget på bekostning af endosperm. Dette kan bl.a. aflæses af DF fraktionens sammensætning (Tabel 4). Indholdet af cellevægsbestandele stammende fra skallen; cellulose, hemicellulose og Klason lignin, var markant højere for byg dyrket på sandjord i 1983 end for de foregående år.

Tabel 3. Kemisk sammensætning (% af tørstof) af byg-varieteter i relation til dyrkningsår og lokalitet

Dyrkningsår:	1981		1982		1983	
	S ^{a)}	C ^{b)}	S	C	S	C
Antal prøver	7	7	9	9	9	9
Lavmolekylære sukre:						
Glukose	0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2
Fruktose	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Sukrose	1.1	1.1	1.5	1.2	1.4	1.0
Fruktan	<u>0.5</u>	<u>0.4</u>	<u>0.7</u>	<u>1.1</u>	<u>0.7</u>	<u>0.8</u>
Total sukker	1.8	1.8	2.4	2.5	2.3	2.1
Stivelse	60.3	60.7	58.1	60.3	53.8	58.1
Kostfibre (DF):						
Opløselige (SDF)	3.9	4.0	4.8	4.3	4.3	4.1
Uopløselige (IDF)	<u>17.6</u>	<u>17.5</u>	<u>16.5</u>	<u>17.4</u>	<u>20.1</u>	<u>18.4</u>
Total (TDF)	21.5	21.5	21.3	21.7	24.4	22.5
Protein (N × 6.25)	11.4	11.1	12.6	10.7	13.5	12.2
HCl-fedt	3.4	3.2	3.4	3.3	3.6	3.6
Aske	2.1	2.4	2.0	2.4	2.0	2.5

^{a)} S = Sandjord

^{b)} C = Lerjord

Variationen i den kemiske sammensætning var væsentlig mindre udtalt for byg dyrket på lerjord. Der var dog en tendens til et lavere stivelse- og højere TDF- og proteinindhold i 1983 end i de foregående år.

Tabel 4. Ikke-stivelsesholdige polysakkarider (NSP), Klason lignin og kostfibre (DF) indhold (% af tørstof) af udvalgte bygsorter i relation til dyrkningsår og lokalitet

Dyrkningsår: Lokalitet:	1981		1982		1983	
	S ^{a)}	C ^{b)}	S	C	S	C
Antal prøver	4	3	4	4	4	4
Ikke-stivelsesholdige polysakkarider (NSP):						
Cellulose	5.2	4.7	4.7	4.6	5.6	4.4
β -glukan	4.0	4.2	4.6	4.4	4.3	4.6
Hemicellulose	<u>8.7</u>	<u>8.2</u>	<u>7.9</u>	<u>7.7</u>	<u>9.3</u>	<u>7.0</u>
Total NSP	17.9	17.1	17.2	16.7	19.2	16.0
Klason lignin	<u>2.8</u>	<u>2.7</u>	<u>2.6</u>	<u>2.8</u>	<u>3.1</u>	<u>3.1</u>
DF	20.7	19.8	19.8	19.4	22.3	19.1

a) S = Sandjord

b) C = Lerjord

Diskussion

Resultatet af denne undersøgelse viser, at den kemiske sammensætning af maltbyg er forskellig fra foderbyg. Maltbyg har således et højere indhold af stivelse og et lavere indhold af opløselige og uopløselige fibre end foderbyg. Dette skyldes utvivlsomt, at maltbyg i generationer har været selekteret for højt ekstraktudbytte (stivelse), lavt β -glukanindhold (SDF) og tynde skaller (IDF). En konsekvens af denne forædling er en omfordeling af energi allejret som celleindholdsstoffer sammenholdt med cellevægsbestanddele. Denne konklusion støttes af data for DF fraktionens sammensætning. Selv om der kun blev foretaget fuldstændig NSP analyse for én af maltbygssorterne (Gunhild), kan det slutes, at alle DF be-

tanddele; cellulose, hemicellulose, β -glukan og Klason lignin var reduceret i maltbyg sammenholdt med foderbyg. Dette svarer til en relativ nedgang i andelen af cellevægsbestanddele på bekostning af celleindholdsstoffer.

Byg, havre og rug indeholder betydelige mængder β -glukan lokaliseret til endosperm- og aleuroncellevæggen. Der findes både en opløselig og uopløselig form af β -glukan. Opløselig β -glukan er f.eks. kendt for at give problemer ved filtrering under ølbrygningen. Et højt indhold af opløselig β -glukan er sandsynligvis også én af årsagerne til de relativt dårlige produktionsresultater, der opnås ved brug af byg til kyllinger. I denne forbindelse er det lavere indhold af opløselig β -glukan i maltbyg sammenholdt med foderbyg interessant. Dette indikerer, at maltbyg muligvis kan anvendes ved fodring af kyllinger.

Kulhydratfraktionens sammensætning er kraftigt påvirket af dyrkningssted og år. Den mest sandsynlige forklaring til dette er en forskydning i den relative botaniske sammensætning af byggenes tørstof. Dette kan bl.a. ses af, at stivelsesindholdet falder samtidig med, at TDF indholdet stiger markant for byg dyrket på sandjord i 1983. En støtte for denne konklusion er også, at indholdet af cellulose, hemicellulose og Klason lignin er højere, medens indholdet af β -glukan er omtrent uændret i forhold til tidligere år. Fra andre undersøgelser er det kendt, at cellulose, hemicellulose og Klason lignin findes i høje koncentrationer i skallen, hvorimod β -glukan findes lokaliseret til endosperm- og aleuroncellevægge. Disse ændringer kan også forventes at have ernæringsmæssige konsekvenser, idet cellevæggene stammende fra skallen stort set passerer tarmkanalen uendret, i modsætning til endosperm- og aleuroncellevægge, der næsten fuldstændig fermenteres af mikrofloraen.