



# Den ernæringsmæssige værdi af forskellige havresorter

*Bjørn O. Eggum og Knud Erik Bach Knudsen  
Afdelingen for Dyrefysiologi og Biokemi*

*Kirsten Andersen og Sigurd Andersen  
Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole*

Udgangsmaterialet var 8 primitive havresorter med et højt proteinindhold. På basis af dette materiale blev der udvalgt for et højt fedt- og proteinindhold. Sluttede blev der krydset med sorten Selma. Næringsværdien af 9 havreprøver blev bestemt ud fra kemiske analyser og balanceforsøg med rotter og sammenlignet med de modsvarende værdier for byg. Proteinindholdet for alle prøver lå i området 11-13%, medens fedtindholdet varierede relativt mere fra 5.7 til 7.5%. Fedtindholdet er således ca. dobbelt så højt som i byg, hvilket bevirker, at bruttoenergien i havre er 2-3% højere. Det skal fremhæves, at indholdet i havre af såvel lysin som tryptofan er ca. 15% højere end i byg, hvorimod havre har et langt lavere indhold af glutaminsy-

re/glutamin og prolin end byg. Det sidste er meget gunstigt ud fra et kvælstofmæssigt aspekt. Det relativt høje indhold af lysin i havre medførte ret høje BV-værdier – ca. 76%. De kemiske analyser afslørede endvidere, at havre har et meget højt fiberindhold, ca. 31%, hvilket er 1/2 højere end i byg. Det høje fiberindhold er direkte ansvarlig for den lave fordøjelighed af energien i havre på ca. 68% sammenlignet med 80% i byg. På grund af det høje indhold af fibre kombineret med den lave fordøjelighed vil det være vanskeligt at finde en placering for havre i foderet til enmavede dyr, som er økonomisk forsvarligt. På den anden side bør nøgen eller afskallet havre betragtes som et fortrinligt produkt til smågrise, kalve og slagtekyllinger.

## 1. Indledning

Til trods for at proteinkvaliteten i havre (Eg-gum & Gullord, 1983; Thomke, 1988) er markant bedre end i de øvrige danskdyrkede kornarter, er der minimal interesse for havre i husdyrproduktionen. Der kan være flere årsager til dette forhold. En væsentlig årsag er, at fiberindholdet er højt i havre, ligesom fibre er relativt stærkt lignificeret. Dette medfører en lav fordøjelighed af energien i havre. Yderligere er  $\beta$ -glukan indholdet højt, hvilket er uheldigt specielt til fjerkræ, da  $\beta$ -glukan forårsager fugtig gødning og ødelægger dermed strøelsen. Havre anses heller ikke som et godt foder til slagtesvin, idet fedtindholdet er højt og forekommer samtidigt med en stor andel som umættet fedt, der påvirker rygspækkets fasthed i negativ retning.

Interessen for havre i den humane ernæring har imidlertid i de senere år været stærkt stigende (Murphy, 1988). Dette skyldes primært det relativt høje indhold af  $\beta$ -glukan sammen med det høje indhold af umættet fedt (linolsyre). Det er ikke i sig selv fibre i skallen, der gør havre interessant, men fibre placeret i cellevæggene i frøhviden. I den humane ernæring er nøgen havre således et fortrinligt produkt (Murphy, 1988). Det samme er tilfældet med afskallet havre. For husdyrenes vedkommende vil kalve, smågrise og fjerkræ være potentielle aftagere af nøgen havre eller afskallet havre på grund af et højt indhold af linolsyre, en gunstig fibersammensætning og en høj proteinkvalitet (Petersen, 1989).

For at belyse de omtalte spørgsmål eksperimentelt vedrørende almindelig havre, er der gennemført kemiske analyser såvel som balanceforsøg med rotter på 9 havreprøver. Til sammenligning er der anført modsvarende værdier for byg.

## 2. Materiale og metoder

8 primitive havresorter med højt proteinindhold blev krydset sammen to og to, så man fik 4  $F_1$  hold. Disse fire hold blev igen krydset sammen to og to, så der i denne gene-

ration blev to nye  $F_1$  hold, og endelig blev disse to hold krydset sammen til en enkelt  $F_1$  population. Tilsvarende krydsninger udførtes med 8 fedtrige sorter, men 4 sorter var identiske med hensyn til højt indhold af protein og fedt.

I de første sammenkrydsninger af de 8 sorter var antallet af  $F_1$  kerner ringe, men i den endelige  $F_1$  population dannedes et stort antal kerner.

Afkomshold med relativt gode dyrkningsegenskaber og højt indhold af protein eller fedt blev krydset med sorten Selma, og der blev foretaget en eller to tilbagekrydsninger. Afkomshold fra disse tilbagekrydsninger var med hensyn til tidlighed, strå længde, stråstyrke, kornvægt og rumvægt på højde med Selma, men afkomsholdene mærket med nr. 486 (tabel 1-3) gav kun 84% af udbyttet af Selma i udbytteforsøg i 1987. Udbyttet af de øvrige 6 svarede i gennemsnit til 98% af Selmas udbytte.

Alt krydsningsarbejde, opformering og udbyttebestemmelse er sket på Landbohøjskolens forsøgsgård, Højbakkegård i Tåstrup. Gødningsniveauet har været 60-90 kg N pr. ha, idet lejesæd som følge af større tildeling ønskedes undgået. Udbyttet af Selma i 1987 var 4490 kg kerne pr. ha  $\pm$  135 kg.

Bestemmelserne af protein, fedt og energi blev udført efter SH's sædvanlige teknik, me-

Tabel 1. Indhold af protein, fedt og energi (tørstofbasis) i 9 havreprøver sammenlignet med byg

Prøve	Protein (%)	Fedt (%)	Energi MJ/kg
Selma	11.31	5.71	19.27
486/151-52	12.81	6.97	19.45
486/195-96	12.19	7.48	19.47
512/707-08	11.94	6.32	19.39
512/709-10	12.06	6.12	19.22
505/146-50	11.56	6.91	19.45
512/862-65	11.13	6.16	19.29
512/801-02	11.56	7.29	19.53
512/811-13	11.75	7.44	19.78
Byg	11.01	3.41	18.94

I modsætning til byg, hvede og rug finder man ikke i havre den samme stærke negative sammenhæng mellem proteinindhold og proteinkvalitet (Eppendorfer, 1975 og 1977). Det relativt lave indhold af glutaminsyre/glutamin og prolin i havre i forhold til byg og de øvrige kornarter skal fremhæves. Disse aminosyrer forekommer i alt for høje koncentrationer i byg og specielt i hvede i forhold til behovet, hvilket vil bidrage til en større belastning af miljøet ved en større kvælstofudskillelse med urinen.

Resultaterne viser endvidere helt klart, at energiens fordøjelighed i havre er lav, hvilket skyldes det meget høje fiberindhold – ca. 30%. Det skal tilføjes, at lignin udgør en relativt stor andel af totalfibrene i havre – ca. ¼ mod kun ca. ⅓ i byg. Lignin er primært lokaliseret i skaldelen, som udgør 20-25% af havrekernens tørstofindhold. Lignin, såvel som andre ufordøjelige fibre, kan følgelig for en stor del fjernes ved en afskalning. Herved fremstår et helt andet produkt, der bibeholder alle de gunstige egenskaber i havrekernen i en højere procentisk andel (Petersen, 1989).

Der er som anført indledningsvis en fornyet interesse for havre i den humane ernæring. Dette skyldes specielt det høje indhold af linolesyre, samt det relativt høje indhold af  $\beta$ -glukan i frøhviden (Murphy, 1988). I husdyr-

produktionen vil smågrise, slagtekyllinger og kalve være potentielle aftagere for nøgen havre/afskallet havre. På den anden side må det også konkluderes, at havre med skallen på vil have et for lavt indhold af fordøjelig energi til at indgå i nævneværdige mængder i foderet til enmavede dyr.

## Referencer:

- Bach Knudsen, K.E., Åman, P. & Eggum, B.O. (1987). Nutritive value of Danish-grown barley varieties, I, Carbohydrates and other constituents. *J. Cereal Sci.* 6, 173-186.
- Eggum, B.O. & Gullord, M. (1983). The nutritional quality of some oat varieties cultivated in Norway. *Qual Plant Plant Foods Hum Nutr* 32:67-73.
- Eppendorfer, W.H. (1975). Effects of fertilizers on quality and nutritional value of grains protein. Pages 249-263 in: *Fertilizer Use and Protein Production. Proc. Colloq. Int. Potash Inst.* 11th. Bornholm, Denmark. IPI. Berne, Switzerland.
- Eppendorfer, W.H. (1977). Nutritive value of oat and rye grain protein as influenced by nitrogen and amino acid composition. *J. Sci. Fd. Agric.* 28:152-156.
- Murphy, J.P. (1988). Oats for human food. *Protein & Oil.-Proc. 3rd International Oat Conference.* 196-205.
- Petersen, V.E. (1989). Nøgen havres foderværdi til slagtekyllinger. *Medd. 733, Statens Husdyrbrugsforsøg.*
- Thomke, S. (1988). Oats as an animal feed. *Protein & Oil.-Proc. 3rd International Oat Conference,* 164-175.

**Tabel 4. Proteinkvalitet og fordøjelig energi i 9 havreprøver sammenlignet med byg målt i balanceforsøg med rotter**

Prøve	SF <sup>1)</sup> (%)	BV <sup>2)</sup> (%)	NPU <sup>3)</sup> (%)	UP <sup>4)</sup> (%)	FE <sup>5)</sup> (%)
Selma	83.0 <sup>cd</sup>	74.6 <sup>cd</sup>	62.0 <sup>de</sup>	7.01 <sup>d</sup>	71.1 <sup>a</sup>
486/151-52	84.8 <sup>ab</sup>	77.6 <sup>a</sup>	65.8 <sup>a</sup>	8.44 <sup>a</sup>	66.2 <sup>c</sup>
486/195-96	80.6 <sup>e</sup>	75.3 <sup>bcd</sup>	60.7 <sup>e</sup>	7.40 <sup>c</sup>	67.2 <sup>c</sup>
512/707-08	85.2 <sup>a</sup>	75.6 <sup>bc</sup>	64.4 <sup>ab</sup>	6.69 <sup>b</sup>	69.2 <sup>b</sup>
512/709-10	83.4 <sup>bcd</sup>	76.5 <sup>ab</sup>	63.8 <sup>bc</sup>	7.70 <sup>b</sup>	68.7 <sup>b</sup>
505/146-50	84.5 <sup>abc</sup>	76.2 <sup>b</sup>	64.3 <sup>abc</sup>	7.44 <sup>c</sup>	69.3 <sup>b</sup>
512/862-65	83.6 <sup>abcd</sup>	75.7 <sup>bc</sup>	63.3 <sup>bcd</sup>	7.05 <sup>d</sup>	70.7 <sup>a</sup>
512/801-02	79.0 <sup>f</sup>	73.9 <sup>d</sup>	58.2 <sup>f</sup>	6.73 <sup>e</sup>	68.8 <sup>b</sup>
512/811-13	82.2 <sup>d</sup>	76.1 <sup>bc</sup>	62.8 <sup>cd</sup>	7.37 <sup>c</sup>	67.4 <sup>c</sup>
SE <sup>6)</sup>	1.18	1.04	1.18	0.14	0.93
Byg	85.7	69.3	59.4	6.53	81.9

<sup>1)</sup>SF = Proteinets sande fordøjelighed

<sup>2)</sup>BV = Proteinets biologiske værdi

<sup>3)</sup>NPU = Nettoproteinudnyttelsen (SF × BV/100)

<sup>4)</sup>UP = Udnyttelig protein (Protein × NPU/100)

<sup>5)</sup>FE = Fordøjelig energi

<sup>6)</sup>SE = Analysens statistiske spredning

kelte aminosyrer er meget konstant fra prøve til prøve. Dette gælder såvel for de essentielle som de ikke-essentielle aminosyrer. Sammenligner man med værdierne for byg kan det ses, at der er væsentlige forskelle. Indholdet af cystin er ca. 15% højere i havre end i byg, medens methioninindholdet er tilsvarende lavere. Det skal fremhæves, at lysinindholdet er ca. 15% højere i havreprotein end i bygprotein. Den samme forskel gælder for tryptofan til gunst for havre. Det skal bemærkes, at glutaminsyreindholdet i havre er 25% lavere end i byg, medens prolinindholdet er 50% mindre.

Stivelsesindholdet i de undersøgte havreprøver varierer i området 42 til 49%, og er således langt lavere end i byg (63.1%). Indholdet af lavmolekylære sukre er lavt ca. 1.5% og mindre end i byg (2.1%).  $\beta$ -glukanindholdet i havre varierer noget, fra 2.2 til 3.0%, medens gennemsnitsværdien for byg er på 4.2%. Uopløselig NSP (ikke-stivelses polysakkarider) i havre er ca. 4-5%, og en del lavere end i byg (5.7%). Uopløselig NSP derimod er ca. 30% højere i havre end i byg og ligger i området 18-20%. Ligninindholdet i havre er meget højt, 6-8% mod 3.5% i byg. Total fibre i havre er således 1/3 højere (ca. 31%) end i byg (ca.

22.1%). Der er dog en del variation i fiberværdierne de enkelte havreprøver imellem.

I tabel 4 vises resultaterne fra de biologiske undersøgelser. SF for de enkelte havreprøver varierer fra 79.0 til 85.2% og er således lavere end for en gennemsnitsværdi for byg (85.7%). BV er som forventet, på grund af det højere lysinindhold i havre, markant højere (ca. 76%) end i byg (69%). Den høje BV resultater også i en noget højere NPU værdi for havre end for byg, og en ca 10% højere UP værdi for havre end for byg (6.53%). Som forventet ud fra fiber-analyserne er fordøjeligheden af energien lavere i havre end i byg (ca. 15%).

## 4. Diskussion og konklusion

Resultaterne fra den foreliggende undersøgelse viser, at proteinindholdet i havre ligger mindst på højde med proteinindholdet i de øvrige kornarter, og at proteinkvaliteten (aminosyresammensætningen) er god. Dette skyldes primært et relativt højt lysinindhold på ca. 4 g/16 g N, der er markant højere end i byg (ca. 3.5 g/16 g N). Til sammenligning kan anføres, at lysinindholdet i hvede er på blot 2.5 g/16 g N.

**Tabel 2. Aminosyresammensætningen (g/16 g N) i 9 havreprøver sammenlignet med byg**

Havreprøve	Selma	486/151 -52	486/195 -96	512/707 -08	512/709 -10	505/146 -50	512/862 -65	612/801 -02	512/811 -13	Byg
Alanin	4.55	4.54	4.55	4.55	4.50	4.55	4.58	4.57	4.62	4.01
Arginin	6.49	6.51	6.44	6.48	6.57	6.50	6.50	6.59	6.65	4.72
Asparaginsyre	7.43	7.69	7.57	7.49	7.55	7.59	7.56	7.59	7.73	5.48
<b>Cystin</b>	<b>2.62</b>	<b>2.48</b>	<b>2.65</b>	<b>2.65</b>	<b>2.55</b>	<b>2.69</b>	<b>2.69</b>	<b>2.66</b>	<b>2.67</b>	<b>2.17</b>
Glutaminsyre	18.91	19.04	19.37	19.18	19.32	18.86	18.73	18.68	19.29	26.09
Glycin	4.77	4.70	4.78	4.79	4.69	4.77	4.83	4.86	4.90	3.84
Histidin	2.14	2.17	2.14	2.13	2.15	2.15	2.14	2.12	2.17	2.14
Isoleucin	3.75	3.73	3.91	3.88	3.93	3.85	3.82	3.83	3.85	3.93
Leucin	6.85	6.88	7.08	7.02	7.06	6.94	6.96	6.83	6.96	7.15
<b>Lysin</b>	<b>4.02</b>	<b>3.96</b>	<b>3.98</b>	<b>4.02</b>	<b>3.93</b>	<b>3.97</b>	<b>4.05</b>	<b>4.05</b>	<b>4.04</b>	<b>3.44</b>
<b>Methionin</b>	<b>1.61</b>	<b>1.55</b>	<b>1.62</b>	<b>1.59</b>	<b>1.47</b>	<b>1.63</b>	<b>1.57</b>	<b>1.49</b>	<b>1.55</b>	<b>1.86</b>
Fenylalanin	4.77	4.92	4.96	4.97	5.02	4.92	4.87	4.87	5.06	5.23
Prolin	5.48	5.40	5.25	5.19	5.38	5.36	5.23	5.04	5.48	11.78
Serin	4.92	4.91	4.97	4.97	4.90	4.94	4.92	4.96	5.06	4.28
<b>Threonin</b>	<b>3.24</b>	<b>3.25</b>	<b>3.25</b>	<b>3.22</b>	<b>3.20</b>	<b>3.25</b>	<b>3.29</b>	<b>3.20</b>	<b>3.29</b>	<b>3.34</b>
<b>Tryptofan</b>	<b>1.27</b>	<b>1.28</b>	<b>1.25</b>	<b>1.27</b>	<b>1.26</b>	<b>1.26</b>	<b>1.30</b>	<b>1.27</b>	<b>1.26</b>	<b>1.11</b>
Tyrosin	3.07	3.42	3.48	3.46	3.42	3.45	3.42	3.40	3.50	3.02
Valin	5.27	5.21	5.34	5.25	5.26	5.32	5.34	5.18	5.30	5.17

dens kulhydratsammensætningen; stivelse, lavmolekylære sukre,  $\beta$ -glukan samt opløselige- og uopløselige fibre og Klason lignin blev bestemt som beskrevet af Bach Knudsen et al. (1987).

Balanceforsøgene med rotter blev udført efter SH's sædvanlige teknik, hvor følgende kriterier blev målt: 1. Proteinets sande fordøjelighed (SF), 2. Proteinets biologiske værdi (BV), 3. Nettoproteinudnyttelsen ( $NPU = SF \times BV/100$ ), 4. Udnyttelig protein ( $UP = NPU \times \text{protein}/100$ ) og 5. Fordøjelig energi (FE).

### 3. Resultater

Resultaterne for protein, fedt og energi fremgår af tabel 1. Det ses heraf, at proteinindholdet for alle prøver ligger i området 11 til 13%, medens fedtindholdet varierer relativt mere fra 5.7 til 7.5%. Ved at sammenligne med værdien for fedt i byg ses, at fedt i havre er ca. dobbelt så højt. Dette forhold bevirker, at bruttoenergi indholdet i havre er 2-3% højere end i byg.

Aminosyresammensætningen er vist i tabel 2. Det skal bemærkes, at indholdet af de en-

**Tabel 3. Kulhydratfraktionens kemiske sammensætning (% af tørstof) i 9 havreprøver sammenlignet med byg**

Havreprøve	Selma	486/151 -52	486/195 -96	512/707 -08	512/709 -10	505/146 -50	512/862 -65	512/801 -02	512/811 -13	Byg
Lavmol. sukre	1.5	1.5	1.4	1.4	1.4	1.6	1.4	1.5	1.4	2.1
Stivelse	49.2	42.7	43.3	46.4	48.1	45.0	48.2	46.2	44.9	63.1
$\beta$ -glukan	2.5	2.6	2.2	2.2	2.8	3.0	2.6	2.5	3.0	4.2
Opl. NSP	4.7	4.7	5.6	2.6	5.4	4.2	3.2	5.4	4.3	5.7
Uopl. NSP	18.6	21.6	19.8	18.5	18.2	18.9	19.2	18.2	19.9	13.0
Total NSP	23.3	26.3	25.4	21.1	23.6	23.1	22.4	23.6	24.2	18.7
Lignin	6.3	8.4	8.2	7.0	6.6	5.8	6.9	7.5	7.2	3.5
Total fibre	29.5	34.7	33.6	28.1	30.2	28.9	29.3	31.2	31.4	22.1

<sup>1)</sup>NSP = ikke-stivelses polysakkarider

---

Udgiver: Statens Husdyrbrugsforsøg, Foulum, Postboks 39, 8830 Tjele. Tlf. 86 65 25 00.  
Abonnementspris 1992: 200,- kr. inkl. moms. Adresseændring bedes meddelt postvæsenet.  
ISSN 0106-8857