



# Ståtens Husdyrbrugsforsøg 1989

## Meddelelse

23. JANUAR

NR. 734

### Varmebehandlings betydning for fordøjeligheden af stivelse fra byg og hvede hos mink

*Karin Østergård*

*Afdelingen for dyrefysiologi og biokemi*

*Heddie Mejborn*

*Afdelingen for forsøg med pelsdyr*

Mink fordøjer kulhydrater dårligt p. g. a. en begrænset produktion af stivelsesnedbrydende enzymer, en kort tarmkanal og hurtig passage af foderet gennem tarmen. Ved varmebehandling er det dog muligt at forøge fordøjeligheden af stivelse betydeligt.

Effekten af ekstrudering og tromletørring på minks evne til at fordøje stivelse fra hhv. byg og hvede blev undersøgt i fordøjelighedsforsøg med udvoksede hanmink af pasteltypen. Ved varmebehandlingerne blev forskellige kombinationer af procesparametre anvendt. Kornet blev tilsat minkfoder i en mængde svarende til 43% af fodertørstoffet. Stivelse udgjorde ca. 28% af tørstoffet.

Forsøget viste, at mink er i stand til at fordøje stivelse fra både hvede og byg så godt som 100%, når kornet har været enten ekstruderet eller tromletørret. Dette er en stigning på ca. 20% i forhold til ubehandlet korn. For at opnå størst mulig fordøjelighed er det vigtigt, at kornet er fint formalet.

#### Indledning

Minkfoder iblandes i stigende omfang kulhydratrige vegetabiliske fodermidler såsom hvede og byg. Da stivelse udgør ca. 60% af tørstoffet i disse cerealier, er en høj fordøjelighed af stivelsen meget afgørende. Minkens evne til at fordøje kulhydrater er imidlertid væsentlig ringere end tilfældet er for vore øvrige husdyr. Dette skyldes, at minken som rovdyr kun producerer en begrænset mængde stivelsesnedbrydende enzymer. Endvidere er minkens tarm meget kort ( $4 \times$  kropslængde mod  $14 \times$  kropslængde hos f.eks. svin).

Dette medfører en kort transitid, 4-5 timer i forhold til 1-2 døgn hos svin.

Ved varmebehandling af kornprodukter forklistres stivelsen. Forklistringen, der er en nedbrydning af stivelseskornenes struktur, bevirker, at stivelsen bliver mere tilgængelig for fordøjelsesenzymer. Også stivelsens vandbindingsevne øges ved varmebehandling, hvilket har betydning for konsistensen af det færdigblandede foder. Omfanget af forklistringen afhænger af den anvendte varmebehandlingsmetode, herunder valg af procesparametre, bl. a. vandindhold og temperatur. Varme-

behandling kan dog også have negative effekter på protein og vitaminet.

Betydningen af tromletørring og ekstrudering for minks evne til at udnytte stivelse fra hhv. byg og hvede blev undersøgt i fordøjelighedsforsøg, hvor kornarterne udgjorde 43% af fodertørstofet. For begge varmebehandlingsmetoder blev forskellige kombinationer af procesparametre testet for at fastlægge den bedst mulige behandling.

### Materiale og metoder

Et parti byg og et parti hvede blev ekstruderet på Statens tekniske Forskningscentral i Helsinki, Finland. Der blev anvendt en Clextral BC 45 ekstruder med dobbeltskrue. Senere blev et andet parti byg ekstruderet med anvendelse af andre procesparametre. De anvendte procesparametre er angivet i tabel 1 (byg) og 2 (hvede). Tromletørring af byg og hvede blev foretaget på Bioteknisk Institut i Kolding i en tromletørrer udviklet i samarbejde med Dantoaster i Hobro. De anvendte procesforhold er angivet i tabel 3.

**Tabel 1. Procesbetingelser ved ekstrudering af byg.**

Prøve nr.	Skrue-hastighed RPM	Indmalings-hastighed g/min.	Temp. °C	Vand indhold %
<b>Forsøg 1</b>				
2	190	265	120	15
3	110	535	120	18
5	110	265	180	15
8	190	535	180	15
9	110	265	120	27
12	190	535	120	27
14	190	265	180	27
15	110	535	180	27
33, 35, 37	150	400	150	21
<b>Forsøg 2</b>				
25	150	400	105	21
27	150	400	195	21

Det varmebehandlede korn samt de ubehandlede råvarer blev efter formaling anvendt i minkfoder. Fodersammensætningen fremgår af tabel 4. Forsøgene blev gennemført på Trollesminde med udvoksede hanmink af pasteltypen. Dyrene blev holdt enkeltvis i metabolismebure. Hver

kornprøve blev givet til 5 mink. Forsøgsperioden var på ialt 14 dage med 10 dages forperiode og 4 dages opsamlingsperiode. Dyrene blev fodret 1 gang daglig. I forperiodes første 8 døgn blev dyrene tildelt 250 kcal daglig, mens de i forperiodes sidste 2 døgn og i opsamlingsperioden fik 200 kcal daglig. Gødningen blev opsamlet individuelt en gang daglig.

Efter opsamlingsperiodens afslutning blev foder og gødning frysetørret, formalet og analyseret for protein (N × 6.25), Stoldt-fedt, aske og stivelse.

**Tabel 2. Procesbetingelser ved ekstrudering af hvede.**

Prøve nr.	Skrue-hastighed RPM	Indmalings-hastighed g/min.	Temp. °C	Vand indhold %
1	110	265	120	15
4	190	535	120	15
6	190	265	180	15
7	110	535	180	15
10	190	265	120	27
11	110	535	120	27
16	190	535	180	21
26	150	400	105	21
28	150	400	195	21
36, 38	150	400	150	21

**Tabel 3. Procesbetingelser ved tromletørring af byg og hvede.**

Prøve nr.	Vand-indhold %	Temp. °C	Holdetid i tromle min.	Holdetid efter tromle min.	Valsning
1.2	14-15	105	3	15-20	-
1.3	ca. 20	105	3	15-20	-
2.1	12-13	135-140	1	0	-
2.2	14-15	135-140	1	0	-
2.3	ca. 20	135-140	1	0	-
3.1	12-13	135-140	1	0	+
3.2	14-15	135-140	1	0	+
3.3	ca. 20	135-140	1	0	+
4.2	14-15	150-155	1	0	-
4.3	ca. 20	150-155	1	0	-
5.2	14-15	150-155	1	0	+
5.3	ca. 20	150-155	1	0	+

**Tabel 4. Forsøgsfoderets sammensætning (% af tørstof).**

Tørskækød	42
Hvede/byg	43
Vitaminblanding	1
Mineralblanding	1
Svinefedt	10
Soyaolie	3

**Resultater og diskussion**

Stivelse udgjorde ca. 28% af fodertørstoffet, og byg hhv. hvede var eneste kulhydratkilde, mens de øvrige næringsstoffer primært stammede fra foderets andre ingredienser. Varmebehandlingen påvirkede derfor primært kulhydratfordøjeligheden og dermed fordøjeligheden af tørstof. I tabel 5 og 6 er fordøjelighedsdata angivet for hhv. ekstruderet og tromletørret byg. Samme råvare (Byg I) er anvendt til ekstruderingen omfattende 11 kombinationer af procesparametre samt til tromletørringen, mens den anden råvare (Byg II) er anvendt til ekstrudering af prøve 25 og 27. Af tabel 5 fremgår det, at den tilsyneladende fordøjelighed af både fedt og protein er ca. 90% og uafhængig af, hvordan byggen har været behandlet. Derimod øges tørstoffordøjeligheden signifikant ved varmebehandling som følge af en forøgelse af stivelsesfordøjeligheden. Ekstrudering gav således med Byg I en forøgelse af stivelsesfordøjeligheden på næsten 20%-enheder fra 81% i råvaren til ca. 98%. Forøgelsen kunne ikke relateres til procesparametrene. Ved tromletørringen (tabel 6)

havde temperaturen derimod afgørende betydning. Prøve 1.2 og 1.3, der var tromletørret ved 105°C gav kun en forøgelse i stivelsesfordøjeligheden på 8%-enheder, mens fordøjeligheden var på linie med, hvad der blev opnået i ekstruderede prøver, når der blev tromletørret ved højere temperaturer. Der sås ingen effekt af valsing.

En anden bygråvare (Byg II) blev ekstruderet for at undersøge et bredere temperaturinterval. Temperaturerne var hhv. 105°C (prøve 25) og 195°C (prøve 27). Heller ikke her var der signifikant forskel på stivelsesfordøjeligheden i behandlede prøver. Imidlertid var stivelsesfordøjeligheden såvel i råvaren som i ekstruderede prøver lavere med Byg II end med Byg I, nemlig 71% mod 81% for rå prøver og 88-94% mod ca. 98% for ekstruderede prøver. Byg II anvendtes imidlertid i en grovere formaling end Byg I, og det er sandsynligvis snarere de store partikler fremfor forskelle i råvarekvaliteten, der forårsager forskel-

**Tabel 5a. Fordøjelighedsresultater fra forsøg med ekstruderet byg. Forsøg 2 (fordøjelighed i % af indtag).**

	Rå	25	27
Tørstof	72.9 <sup>C</sup>	77.9 <sup>B</sup>	81.1 <sup>A</sup>
Protein	81.1	88.5	90.0
Fedt	91.1	90.1	90.6
Råkulhydrat	66.2 <sup>C</sup>	73.8 <sup>B</sup>	78.4 <sup>A</sup>
Stivelse	70.6 <sup>B</sup>	87.8 <sup>A</sup>	93.8 <sup>A</sup>

ABC-værdier i samme linie med forskellige bogstaver er signifikant forskellige (P<0.05).

**Tabel 5. Fordøjelighedsresultater fra forsøg med ekstruderet byg. Forsøg 1 (fordøjelighed i % af indtag).**

	Rå	2	3	5	8	9	12	14	15	33	35	37
Tørstof	74.4 <sup>E</sup>	79.6 <sup>BCD</sup>	78.7 <sup>D</sup>	80.1	80.8 <sup>ABC</sup>	81.1 <sup>ABC</sup>	80.7 <sup>ABC</sup>	81.6 <sup>AB</sup>	80.0	81.9 <sup>AB</sup>	81.1 <sup>ABC</sup>	79.4 <sup>CD</sup>
Protein	89.1	89.9	90.0	89.4	90.2	89.6	88.5	90.5	88.0	90.3	89.8	87.0
Fedt	89.3	88.4	86.7	89.8	89.9	91.7	91.2	89.8	-	88.5	-	89.9
Råkulhydrat	70.8 <sup>E</sup>	78.1 <sup>CD</sup>	76.9 <sup>D</sup>	78.0 <sup>CD</sup>	79.2 <sup>BC</sup>	79.0 <sup>BCD</sup>	79.1 <sup>BCD</sup>	80.4 <sup>AB</sup>	-	81.1 <sup>A</sup>	-	77.9 <sup>CD</sup>
Stivelse	81.1 <sup>C</sup>	97.9 <sup>A</sup>	93.9 <sup>B</sup>	96.9 <sup>A</sup>	97.3 <sup>A</sup>	97.6 <sup>A</sup>	97.5 <sup>A</sup>	98.0 <sup>A</sup>	98.1 <sup>A</sup>	97.0 <sup>A</sup>	97.5 <sup>A</sup>	97.7 <sup>A</sup>

ABCDE-værdier i samme linie med forskellige bogstaver er signifikant forskellige P<0.05.

**Tabel 6. Fordøjelighedsresultater fra forsøg med tromletørret byg (fordøjelighed i % af indtag).**

	Rå	1.2	1.3	2.1	2.2	2.3	3.1	3.2	3.3	4.2	4.3	5.2	5.3
Tørstof	74.4 <sup>F</sup>	77.7 <sup>DE</sup>	77.2 <sup>E</sup>	78.9 <sup>CDE</sup>	82.0 <sup>AB</sup>	80.4 <sup>BC</sup>	79.5 <sup>BCD</sup>	81.9 <sup>AB</sup>	80.1 <sup>BC</sup>	79.8 <sup>BCD</sup>	81.2 <sup>ABC</sup>	82.8 <sup>A</sup>	79.7 <sup>BCD</sup>
Stivelse	81.1 <sup>C</sup>	88.9 <sup>B</sup>	89.2 <sup>B</sup>	87.9 <sup>B</sup>	97.0 <sup>A</sup>	97.1 <sup>A</sup>	96.4 <sup>A</sup>	98.4 <sup>A</sup>	97.9 <sup>A</sup>	97.5 <sup>A</sup>	98.4 <sup>A</sup>	98.6 <sup>A</sup>	98.7 <sup>A</sup>

ABCDEF-værdier i samme linie med forskellige bogstaver er signifikant forskellige (P<0.05).

lene i stivelsesfordøjeligheden. Endvidere var variationen i stivelsesfordøjeligheden indenfor gruppen af mink, der fik rå Byg II, stor (min. 62%, max. 79%).

I tabel 7 og 8 er fordøjelighedsdata for forsøg med hhv. ekstruderet og tromletørret hvede angivet. Også her havde varmebehandling signifikant indflydelse på stivelses- og dermed tørstoffordøjeligheden. Der anvendtes forskellige råvarer til ekstrudering og varmebehandling. Ved ekstrudering var stivelsesfordøjeligheden i råvaren 73% og behandlingen øgede fordøjeligheden til 99% bortset fra prøve 11, hvor den kun var 94%. Forskellen var dog ikke signifikant. Som det fremgår af tabel 7 var der i dette forsøg forskel i protein- og fedtfordøjeligheden. Den laveste proteinfordøjelighed blev fundet i råvaren (90%). Fordøjeligheden var dog ikke signifikant lavere end i visse ekstruderede prøver og forskellene kan ikke relateres til varmebehandlingen. Ligeledes kan variationer i fedtfordøjelighed ikke relateres til procesforholdene.

Den hvederåvare, der anvendtes i tromletørningsforsøget gav en stivelsesfordøjelighed på 85%. Den gennemsnitlige stivelsesfordøjelighed efter tromletørring var 98% og modsat byg var der ikke signifikant forskel på prøver behandlet ved høj og lav temperatur. Dette tyder på, at hvede kræver mindre drastisk behandling end byg for at opnå fuldstændig fordøjelighed af stivelse hos mink.

### Konklusion

Ved valg af den rette varmebehandlingsmetode er det muligt at opnå så godt som fuldstændig fordøjelighed af stivelse fra byg og hvede hos mink, når kornet udgør 43% af fodertørstoffet. Resultaterne tyder på, at fuldstændig stivelsesfordøjelighed lettere opnås med hvede end med byg samt, at det er vigtigt at kornet iblandes foderet i fint formalet form (1 mm sold). Dog er der ikke belæg for at anbefale hvede fremfor byg, idet den kraftigere varmebehandling ikke influerer på fordøjeligheden af øvrige næringsstoffer.

**Tabel 7. Fordøjelighedsresultater fra forsøg med ekstruderet hvede (fordøjelighed i % af indtag).**

	Rå	1	4	6	7	10	11	16	26	28	36	38
Tørstof	77.8 <sup>D</sup>	84.6 <sup>CD</sup>	85.0 <sup>BCD</sup>	84.4 <sup>D</sup>	86.4	87.3 <sup>AB</sup>	85.3	85.7	85.2 <sup>BCD</sup>	87.1 <sup>AB</sup>	87.0 <sup>ABC</sup>	87.8 <sup>A</sup>
Protein	90.2 <sup>C</sup>	91.4 <sup>BC</sup>	92.4 <sup>AB</sup>	90.9 <sup>BC</sup>	94.4 <sup>A</sup>	94.1 <sup>A</sup>	93.9 <sup>A</sup>	92.5 <sup>AB</sup>	92.5 <sup>AB</sup>	93.9 <sup>A</sup>	94.2 <sup>A</sup>	94.3 <sup>A</sup>
Fedt	92.3	92.6	92.6	91.6 <sup>A</sup>	94.1	94.0	94.6 <sup>B</sup>	92.5	95.0 <sup>B</sup>	93.6	93.4 <sup>B</sup>	93.8
Råkulhydrat	74.2 <sup>A</sup>	83.8 <sup>B</sup>	84.2 <sup>B</sup>	83.8 <sup>B</sup>	85.0 <sup>BC</sup>	86.5 <sup>BC</sup>	83.9 <sup>B</sup>	85.0 <sup>BC</sup>	83.6 <sup>B</sup>	86.3 <sup>BC</sup>	86.2 <sup>BC</sup>	87.1 <sup>C</sup>
Stivelse	72.7 <sup>A</sup>	98.9	94.8	99.1	98.6	98.9	93.8	98.5	97.4	99.2	99.1	99.2

<sup>ABCD</sup>værdier i samme linie med forskellige bogstaver er signifikant forskellige ( $P < 0.05$ ).

**Tabel 8. Fordøjelighedsresultater fra forsøg med tromletørret hvede (fordøjelighed i % af indtag).**

	Rå	1.2	2.2	2.3	3.2	3.3	4.2	4.3	5.2	5.3
Tørstof	81.0*	84.3	86.1	84.5	84.0	84.7	85.0	84.1	84.4	85.3
Protein	91.5	92.0	92.8	91.4	90.3	91.6	90.5	90.0	92.0	91.1
Fedt	92.9	93.3	93.2	91.0	91.8	88.9	92.0	91.4	93.6	92.9
Råkulhydrat	78.2*	82.9	85.2	84.0	83.0	84.7	84.4	83.5	82.7	84.6
Stivelse	85.4*	95.2	98.7	98.4	97.8	98.8	98.2	97.9	98.1	98.8

\* Angiver signifikant afvigelse fra øvrige værdier i samme linie ( $P < 0.05$ ).