



21. APRIL

NR. 97

## Næringsværdien af 3 majsprodukter sammenlignet med majs I.

J. Fris Jensen

Afdelingen for forsøg med fjerkræ

Bjørn O. Eggum

Afdelingen for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi

Ved de kemiske analyser blev fundet betydelige forskelle mellem majs og de undersøgte majsbi produkter, ligesom der blev fundet store forskelle på disses indhold af næringsstoffer – både for protein, fedt og let hydrolyserbare kulhydrater. For to af majsbi produkternes vedkommende fandtes en aminosyresammensætning, der tyder på, at disse stammer fra den lysinrige Opaque – 2 majs. De undersøgte fodermidler blev også fundet forskellige ved de biologiske målinger. Ved balanceforsøg med rotter blev målt forskelle både i proteinets biologiske værdi og fordøjelige energi.

### Indledning

I fødevarerindustrien bruges majs til fremstilling af en række fødevarer, der f.eks. hovedsagelig består af stivelsen fra majs eller af fedtfraktionen. Ved disse processer kommer desuden en del bi produkter, der anvendes ved fodring af husdyr – bl.a. fjerkræ, hvorved disse bi produkter forædles til fødevarer. For at undersøge værdien af nogle majsbi produkter blev udført en del forskellige undersøgelser. I denne meddelelse omtales kemiske analyser og balanceforsøg med rotter, og i en følgende meddelelse omtales forsøg med slagtekyllinger. Af majsbi produkter er undersøgt: majsfodermel og »majspelletts«, og disse er sammenlignet med majs.

### Kemiske analyser

Ved den almindelige foderstofanalyse blev tre majsbi produkter sammenlignet med majs, og resultaterne er anført i tabel 1.

**Tabel 1. Foderstofanalyse**

Fodermiddel	Majs	Majsbi produkter		
		MD	MM	MP
Aske, pct. ....	1,30	3,09	1,40	2,54
Råprotein, pct. ....	9,00	11,72	8,83	10,69
Fedt, pct. ....	4,00	8,14	3,22	8,03
Træstof, pct. ....	2,05	3,34	2,62	3,97
N-fri ekstraktstof., pct. ....	70,42	63,38	70,77	65,19

Majsbi produktet MM viser ved den kemiske analyse omtrent samme sammensætning som

majs, medens de to andre majsbi produkter har en sammensætning, der afviger betydeligt fra majs, idet indholdet af N-fri ekstraktstoffer er mindsket og de øvrige bestanddele øget. Indholdet af fedt i de to produkter MD og MP er fordoblet i forhold til indholdet af fedt i majs.

**Tabel 2. Vægtfordelingsprocenter af fedtsyrer**

Fodermiddel	Majs	MD	MM	MP
C 16 .....	11,6	13,5	12,9	14,2
C 18:1, oliesyre .....	25,8	33,8	25,5	34,8
C 18:2, linolsyre .....	58,1	47,8	57,3	46,2

Analysen af fedtfraktionens sammensætning fremgår af tabel 2, og den viser både for oliesyre og linolsyre betydelig forskel på indholdet af disse. De to majsbi produkter MD og MP, som havde et højt indhold af fedt, havde et øget indhold af oliesyre og mindsket indhold af linolsyre i forhold til majs og majsbi produktet MM, der havde næsten samme indhold af fedt som majs. Ved brug af MD og MP i væsentlige mængder i fuldfoder til fjerkræ vil forsyningen med linolsyre blive mindre, end den bliver ved brug af majs.

I den almindelige foderstofanalyse fremkommer N-fri ekstraktstoffer som en forskel mellem de øvrige bestanddele og 100 procent. For yderligere at analysere denne del af fodermidlerne gennemførtes en analyse for let hydrolyserbare kulhydrater, der er et mål for den del af kulhydraterne, der udnyttes af fjerkræ som energi; indholdet af let hydrolyserbare kulhydrater (LHK) i fodermidlerne fremgår af tabel 3.

**Tabel 3. Indhold af let hydrolyserbare kulhydrater**

Fodermiddel	Majs	MD	MM	MP
LHK, pct. ....	62,25	49,74	59,83	49,74

For alle tre biprodukter fandtes mindre LHK end fundet i majs, og navnlig med hensyn til MD og MP fandtes en betydelig nedgang i let hydrolyserbare kulhydrater i forhold til majs, hvilket mindsker dennes værdi som energikilde til fjerkræ.

Da foderstofanalysen viste forskelle på indholdet af råprotein, blev fodermidlerne analyseret for aminosyrer, og resultaterne fremgår af tabel 4.

**Tabel 4. Essentielle aminosyrer i g/16 g N**

Majsprodukt	M	MD	MM	MP
Lysin .....	3,06	4,57	3,25	3,99
Methionin .....	2,16	1,80	1,98	1,82
Cystin .....	2,16	1,97	1,98	2,01
Treonin .....	3,17	3,45	3,41	3,30
Isoleucin .....	3,54	3,57	3,61	3,17
Leucin .....	11,67	9,00	11,35	9,08
Fenylalanin .....	4,68	4,43	4,72	4,08
Histidin .....	2,90	2,88	2,77	2,80
Arginin .....	4,47	6,26	4,89	5,51
Tryptofan .....	0,74	1,13	0,79	0,94

For majs fandtes tilsvarende lave værdier for lysin og tryptofan, som fundet ved tidligere analyser. For MD og MP fandtes derimod betydelig højere værdier både for lysin og for tryptofan end i majs, medens MM havde omtrent samme indhold som majs. Det højere indhold af lysin og tryptofan i MD og MP tyder på, at disse to biprodukter stammer fra mutanten Opaque - 2 majs. Det gunstigere forhold mellem leucin og isoleucin i disse to produkter tyder i samme retning.

### Biologisk måling

Næringsværdien af det anvendte parti majs og de tre majsbi produkter blev målt gennem balancforsøg med rotter. Som kriterier for proteinkvaliteten er benyttet sand fordøjelighed (SF), biolo-

gisk værdi (BV), nettoproteinudnyttelse (NPU =  $SF \times BV/100$ ) og udnyttelig protein (UP = protein i tørstof  $\times$  NPU/100). Energiværdien er målt som fordøjelig energi.

På grundlag af aminosyreanalyserne vil man forvente udtalt forskel på proteinkvaliteten mellem de fire majsprodukter. Dette ses af den følgende tabel 5.

**Tabel 5. Proteinkvaliteten, målt i kvælstofbalanceforsøg**

Majsprodukt	M	MD	MM	MP
Sand fordøjelighed	93,5	88,5	91,3	89,5
Biologisk værdi	62,0	80,9	65,2	76,4
Nettoproteinudnyttelse	58,0	71,6	59,6	68,3
Udnyttelig protein	8,1	9,4	6,1	8,1
Protein i tørstof	10,38	13,13	10,13	11,81

Som forventet ud fra aminosyreanalyserne har produkterne MD og MP langt højere biologisk værdi end produkterne M og MM. Dette bevirker, at forskellen i udnyttelig protein mellem den højeste (MD) og laveste (M) er på hele 3,4 enheder. Dette vil under alle omstændigheder udgøre mindst 6–8 enheder sojaskrå i en blanding.

### Fordøjelig energi

Som anført blev også fordøjelig energi målt i forsøgene med rotter. Denne værdi er sat i relation til bruttoenergien ved at beregne fordøjelig energi pr. vægtenhed, idet man multiplicerer bruttoenergien med fordøjelighedskoefficienterne for energien; resultaterne for de enkelte produkter findes i tabel 6.

**Tabel 6. Fordøjelig gcal pr. g tørstof i de fire majsprodukter**

Majsprodukt	M	MD	MM	MP
Bruttoenergi (gcal)	4329	4540	4302	4543
Fordøjelig energi (%)	89,4	82,7	85,4	80,9
Fordøjelig energi pr. g tørstof (gcal)	3869	3752	3675	3673

Det ses, at bruttoenergiindholdet er højere i biprodukterne MD og MP end i M og MM – ca. 5%, hvilket sikkert er forårsaget af det højere fedtindhold i MD og MP. Ser vi derimod på pct. fordøjelig energi fremgår udtalte forskelle, idet fordøjelighedskoefficienterne svinger fra 80,9 til 89,4. Endvidere fremgår, at produkterne med det laveste bruttoenergiindhold har de højeste fordøjelighedskoefficienter. Produkterne med de højeste fordøjelighedskoefficienter har også det højeste indhold af LHK, som det fremgår af tabel 3. Dette er i overensstemmelse med, hvad man ville forvente.

Ud fra et rent energetisk synspunkt må det afgørende være, hvor megen fordøjelig energi der er pr. vægtenhed. Denne undersøgelse viser signifikant forskel på indhold af fordøjelig energi pr. tørstofenhed, der er op til 5% forskel mellem den højeste og laveste værdi.

Af forsøgene med rotter fremgår, at de undersøgte majsprodukter varierer ret kraftigt, hvad proteinkvaliteten angår. Det skal således understreges, at med et bedre kendskab til proteinkvaliteten i kornprodukterne kan der spares en hel del på de importerede proteinrige fodermidler. Det fremgår endvidere, at der også kan være signifikant forskel på indholdet af fordøjelig energi.

---

Udgiver: Statens Husdyrbrugsforsøg, Rolighedsvej 25, 1958 København V. Tlf. (01) 35 81 00.  
Abonnementspris 1976: 50,- kr. incl. moms. Adresseændring bedes meddelt postvæsenet.