



9. AUGUST

NR. 504

Næringsværdien i majs- og bygmel lagret fra 0 til 120 dage i køleskab eller ved stuetemperatur

*Jens Oluf Andersen, Ingeborg Jacobsen og Bjørn O. Eggum
Afdelingen for dyrefysiologi, biokemi og analytisk kemi*

Prøver af formalet byg henholdsvis tilsat 5% majsolie og uden tilsætning samt formalet majs blev lagret fra 0 til 120 dage ved stuetemperatur eller i køleskab. Prøverne blev analyseret kemisk og undersøgt biologisk i balanceforsøg med rotter ved henholdsvis 30, 60, 90 og 120 dages lagring. Resultaterne viste, at proteinkvaliteten kun var lidt påvirket af lagring, og der kunne ikke findes nogen lineær negativ sammenhæng mellem lagringstiden og proteinkvaliteten. Fordøjelig energi var heller ikke påvirket af lagringen. Fedtfraktionen påvirkedes noget under lagringen, idet FFA-indholdet steg med lagringstiden. Dette var specielt tilfældet for prøver lagret ved stuetemperatur.

Indledning

Praktiske erfaringer synes at tyde på, at næringsværdien samt den sundhedsmæssige kvalitet i formalet majs forringes under lagring. Det er nærliggende at formode, at årsagen skal søges i fedtfraktionen, idet fedtindholdet i majs er højere end i de øvrige kornarter samtidig med, at majsolien er rig på umættede fedtsyrer.

For at belyse denne hypotese har vi lagret bygmel tilsat 5% majsolie og formalet majs henholdsvis i køleskab og i laboratoriet ved stuetemperatur samt bygmel uden tilsætning ved stuetemperatur. Prøvernes sammensætning og næringsværdi blev bestemt ved hjælp af kemiske analyser samt i balanceforsøg med rotter.

Materialer og metoder

Formalede prøver af henholdsvis majs, byg og byg tilsat 5% majsolie blev fordelt i plastbokse og lagret enten i køleskab eller i laboratoriet ved stuetemperatur (ca. 20°C). De forskellige prøver blev undersøgt kemisk ved forsøgets start, samt kemisk og biologisk efter 30, 60, 90 og 120 dages lagring ved de anførte temperaturer. Ved såvel de kemiske analyser som ved rotteforsøgene blev afdelingens sædvanlige metoder benyttet. Ved de biologiske forsøg blev proteinets sande fordøjelighed (SF), biologiske værdi (BV), nettoproteinudnyttelse (NPU) og fordøjelig energi (FE) bestemt. Til at måle lagringseffekten på fedtfraktionen blev bestemt total fedt, fedtsyreindhold (FA), frie fedtsyrer (FFA) og peroxidtal.

Resultater

Indholdet af lysin, treonin og methionin + cystin var ikke påvirket af lagringen for hverken majs eller byg. I tabel 1 kan ses, at proteinets fordøjelighed (SF) var upåvirket ved lagring af majs i køleskab. Den biologiske værdi (BV) og nettoproteinudnyttelsen (NPU) derimod var højest ved 30 dages lagring. Fordøjelig energi (FE) var højest efter 90 dages lagring, omend forskellene var meget små. Lagring ved stuetemperatur (tabel 2) havde ingen effekt på proteinkvaliteten, medens energiens fordøjelighed steg svagt med lagringstiden.

Hos byg lagret ved stuetemperatur (tabel 3) var der kun små ændringer, omend nogle af forskellene var signifikante ($P < 0.05$). FE var helt upåvirket af lagringstiden. Tilsætning af 5% majsolie til byg (tabel 4) syntes ikke at forværre lagringsproblematikken i køleskab. BV var dog signifikant højest efter lagring i 90 dage, medens SF og FE var helt upåvirkede af lagringstiden. Ved lagring af byg + 5% majsolie ved stuetemperatur (tabel 5) var der også kun små ændringer i proteinkvaliteten omend BV var signifikant højere ved 60 og 90 dages lagring sammenlignet med 30 og 120 dages lagring. FE var ikke påvirket af lagringstiden.

Af tabel 6 fremgår det, at alle prøver har haft et fald i peroxidindhold fra 0 til 60 dages lagring, en stigning ved 90 dage og atter fald ved 120 dages lagring. Ved lagring af majs i køleskab har stigningen i FFA-indholdet været ubetydeligt. Lidt større har stigningen været for majs og byg ved stuetemperatur samt for byg + 5% majsolie i køleskab. I byg + 5% majsolie har stigningen i FFA-indholdet været langt større ved opbevaring ved stuetemperatur end i køleskab, hvorimod indholdet af peroxider ikke var nævneværdigt forskelligt ved de to opbevaringsforhold. Ved samtlige prøver var hverken fedt-, total fedtsyre- eller linolsyreindholdet påvirket af lagring i 120 dage uanset de anvendte lagringsbetingelser.

Diskussion

Undersøgelsen tyder på, at såvel majs som byg i formalet tilstand kan lagres ved stuetemperatur

eller i køleskab uden at hverken proteinets kvalitet eller energiens fordøjelighed påvirkes nævneværdigt. Selv om både SF og BV i flere tilfælde var signifikant ($P < 0.05$) påvirket af lagringstiden, var forskellene mellem værdierne meget små. Der er ingen systematisk gang i tallene, som kan underbygge formodningen om, at proteinkvaliteten forringes med lagringstiden. Tilsætning af majsolie til byg havde heller ingen effekt på lagringsproblematikken. Værdierne for de mest begrænsende aminosyrer, lysin, treonin og methionin + cystin understøtter resultaterne fra de biologiske forsøg, idet disse aminosyrer var upåvirkede af lagringen i alle tilfælde.

Kemiske analyser på fedtfraktionen viste, at FFA-indholdet steg med lagringstiden i prøver opbevaret ved stuetemperatur, medens dette ikke i samme grad var tilfældet med prøver i køleskab. Peroxidtallet faldt fra 0 til 60 dage, steg ved 90 dage og faldt igen ved 120 dages lagring.

Tilsætning af majsolie til byg bevirkede, at FFA-indholdet steg markant under lagring ved stuetemperatur. Der var forventet et fald i fedtsyreindholdet – specielt i linolsyreindholdet – under lagringen, men dette kunne ikke registreres. Der har heller ikke på noget tidspunkt kunnet spores nogen nedgang i foderets sundhedsmæssige værdi.

Undersøgelsen kunne således ikke underbygge praktiske erfaringer med, at kvaliteten af majs kan forringes væsentlig under lagring. Da dette måske kunne skyldes et højt indhold af selen i de anvendte råvarer, er selenindholdet efter forsøgets afslutning blevet bestemt. Det var i den anvendte majs og byg henholdsvis 0,070 og 0,022 ppm, hvilket må betegnes som værende normalt.

Litteratur:

Petersen, V. E., Andersen, J. O. (1976). Lagringstidens indflydelse på foderværdien af formalet majs. Statens Husdyrbrugsforsøg, meddelelse nr. 105.

Tabel 1. Proteinkvalitet og fordøjelig energi i majsmel lagret i køleskab fra 0 til 120 dage.

Lagringstid (dage)	Lysin (g/16 g N)	Treonin (g/16 g N)	Meth.+cys. (g/16 g N)	SF (%)	BV (%)	NPU (%)	FE (%)
0	2.89	3.35	4.21				
30	2.88	3.43	4.40	95.1	61.8 ^a	58.8 ^a	88.4 ^a
60	2.85	3.44	4.17	95.2	58.7 ^b	55.8 ^b	88.5 ^a
90	2.98	3.43	3.84	95.8	57.9 ^b	55.4 ^b	90.3 ^b
120	2.94	3.51	4.31	95.7	57.6 ^b	55.1 ^b	89.5 ^{ab}

a-b) Gennemsnitsværdier med forskellige bogstaver i samme søjle er signifikant ($P < 0.05$) forskellige.

Tabel 2. Proteinkvalitet og fordøjelig energi i majsmel lagret ved stuetemperatur (ca. 20°C) fra 0 til 120 dage.

Lagringstid (dage)	Lysin (g/16 g N)	Treonin (g/16 g N)	Meth.+cys. (g/16 g N)	SF (%)	BV (%)	NPU (%)	FE (%)
0	2.89	3.35	4.21				
30	2.91	3.44	4.34	94.0	59.5	56.0	88.4 ^a
60	2.82	3.41	4.37	95.5	60.9	58.1	89.6 ^{ab}
90	2.81	3.36	3.88	95.2	60.8	57.8	89.7 ^{ab}
120	2.91	3.49	4.40	96.3	60.8	58.6	90.3 ^a

a-b) Gennemsnitsværdier med forskellige bogstaver i samme søjle er signifikant ($P < 0.05$) forskellige.

Tabel 3. Proteinkvalitet og fordøjelig energi i bygmel lagret ved stuetemperatur (ca. 20°C) fra 0 til 120 dage.

Lagringstid (dage)	Lysin (g/16 g N)	Treonin (g/16 g N)	Meth.+cys. (g/16 g N)	SF (%)	BV (%)	NPU (%)	FE (%)
0	3.48	3.19	3.84				
30	3.39	3.17	3.94	87.4 ^a	72.1 ^{ab}	63.0 ^a	81.6
60	3.46	3.29	3.76	89.8 ^b	74.1 ^b	66.5 ^b	83.2
90	3.42	3.06	3.59	89.3 ^b	74.0 ^b	66.1 ^b	83.1
120	3.45	3.28	3.79	87.7 ^a	70.1 ^a	61.5 ^a	81.6

a-b) Gennemsnitsværdier med forskellige bogstaver i samme søjle er signifikant ($P < 0.05$) forskellige.

Tabel 4. Proteinkvalitet og fordøjelig energi i bygmel tilsat 2.5% majsolie lagret i køleskab fra 0 til 120 dage.

Lagringstid (dage)	Lysin (g/16 g N)	Treonin (g/16 g N)	Meth.+cys. (g/16 g N)	SF (%)	BV (%)	NPU (%)	FE (%)
0	3.48	3.28	3.82				
30	3.45	3.19	3.92	88.7	71.3 ^a	63.2 ^a	82.7
60	3.41	3.21	3.42	88.9	72.7 ^a	64.6 ^a	83.3
90	3.48	3.10	3.61	89.4	75.0 ^b	67.1 ^b	83.3
120	3.48	3.25	3.95	88.9	72.4 ^a	64.3 ^a	83.7

a-b) Gennemsnitsværdier med forskellige bogstaver i samme søjle er signifikant ($P < 0.05$) forskellige.

Tabel 5. Proteinkvalitet og fordøjelig energi i bygmel tilsat 2.5% majsolie lagret ved stuetemperatur (ca. 20°C) fra 0 til 120 dage.

Lagringstid (dage)	Lysin (g/16 g N)	Treonin (g/16 g N)	Meth. + cys. (g/16 g N)	SF (%)	BV (%)	NPU (%)	FE (%)
0	3.48	3.28	3.82				
30	3.42	3.19	4.09	88.2 ^a	72.2 ^a	63.6 ^a	82.4
60	3.37	3.13	3.54	88.5 ^a	74.9 ^b	66.2 ^b	83.0
90	3.49	3.11	3.56	90.9 ^b	74.0 ^b	67.3 ^b	83.8
120	3.34	3.22	3.79	88.3 ^a	72.5 ^a	64.0 ^a	82.7

a-b) Gennemsnitsværdier med forskellige bogstaver i samme søjle er signifikant ($P < 0.05$) forskellige.

Tabel 6. Effekten af lagring af mel fra majs og byg på fedtindhold, total fedtsyreindhold, frie fedtsyrer, peroxidtal og linolsyre.

Prøve	Lagringsforhold	Lagringstid (dage)	FA (%)	Fedt (%)	FFA % _{aa}	Peroxidtal (mærkv./kg)	Linolsyre (%)
Majs	Køleskab	0	4.48	5.11	3.17	15.04	2.65
		30	4.44	5.03	3.41	9.79	2.62
		60	4.53	5.31	3.79	8.13	2.65
		90	4.47	5.21	3.88	10.74	2.61
		120	4.60	5.45	4.22	9.87	2.64
Majs	Stuetemperatur	0	4.48	5.11	3.17	15.04	2.65
		30	4.50	5.13	6.03	6.69	2.65
		60	4.51	5.25	7.90	5.04	2.66
		90	4.42	5.09	9.09	8.20	2.59
		120	4.44	5.20	10.22	6.42	2.58
Byg	Stuetemperatur	0	2.53	3.40	0.97	23.16	1.45
		30	2.61	3.41	2.96	14.74	1.49
		60	2.62	3.65	3.92	11.42	1.50
		90	2.57	3.41	4.38	20.55	1.44
		120	2.58	3.45	4.82	21.56	1.44
Byg + 5% majsolie	Køleskab	0	7.44	8.59	0.97	26.62	4.48
		30	7.40	8.70	2.87	25.19	4.45
		60	7.42	8.70	3.96	20.78	4.47
		90	7.44	8.68	4.61	35.86	4.42
		120	7.37	8.55	5.56	34.48	4.36
Byg + 5% majsolie	Stuetemperatur	0	7.44	8.59	0.97	26.62	4.48
		30	7.50	8.76	12.13	19.46	4.51
		60	7.43	8.71	17.35	14.44	4.47
		90	7.41	8.38	19.77	33.18	4.40
		120	7.35	8.46	23.18	31.50	4.34

FA, fedt og linolsyre er angivet som % af tørstof, hvorimod FFA og peroxidtal er angivet i forhold til foreliggende materiale.