



Statens Husdyrbrugsforsøg 1986

Meddelelse

4. FEBRUAR

NR. 605

Ernæringsmæssig kvalitet af varmebehandlede og ekstraherede soyabønneprodukter

Bjørn O. Eggum¹, Ingeborg Jacobsen¹, Kirsten Mortensen² og Hilmer Sørensen²
¹Afdelingen for Dyrefysiologi og Biokemi, Statens Husdyrbrugsforsøg,
²Kemisk Institut, Den kgl. Veterinær- og Landbohøjskole

Soyabønner og soyaskrå, procesteknisk behandlet på forskellige måder med henblik på kvalitetsforbedring, er undersøgt ved en række kemiske analyser og i balanceforsøg med rotter. Varmebehandling reducerede trypsin- og chymotrypsininhibitorindholdet til et lavt og formodentlig ubetydeligt niveau. Ekstraktion af lavmolekulære stoffer med methanol-vand gav soya-produkter, der i kemisk sammensætning svarer til markedsførte forædlede produkter som: Danpro, Protao og Soycomill. Ved den anvendte ekstraktionsproces findes hovedparten af stofferne, der giver tanninrespons, i fraktionen med de lavmolekulære stoffer.

Forsøgene viser, at der ved ekstraktion af de lavmolekulære stoffer opnås kvalitetsforbedrede soya-produkter. Anvendes disse proteinrige produkter suppleret med methionin og threonin som eneste proteinkilde til rotter, får dyrene en tilvækst og proteinudnyttelse på højde med, hvad der opnås med kasein suppleret med methionin som proteinkilde. Fraktionen med de lavmolekulære stoffer kan dog ernæringsmæssig udnyttes, idet moderate mængder i foderet ikke har nogen negativ effekt på tilvækst og proteinudnyttelse. Anvendes større mængder af den lavmolekulære fraktion i foderet, fås en negativ effekt på proteinets og energiens fordøjelighed, hvilket tyder på en uheldig effekt af tannin eller andre inhibitorer fra denne fraktion.

Ekstraktion af de lavmolekulære stoffer fra soyaskrå giver således en kvalitetsforbedring, men stoffer af ernæringsmæssig betydning fjernes. Der er endvidere tale om en relativt bekostelig proces, som således giver prismæssigt dyre produkter.

Indledning

Soyabønner/soyaskrå er en værdifuld proteinkilde til dyr såvel som til mennesker. Aminosyresammensætningen af soyabønneprotein er mere velafbalanceret, end tilfældet er for de fleste andre aktuelle bælgplanter. I soyabønner/soyaskrå er

der imidlertid stoffer, der hindrer en optimal ernæringsmæssig udnyttelse. Velkendt i denne sammensætning er proteininhibitorer, men disse stoffer kan ikke forklare det hele. Der er begrundet mistanke om, at lavmolekulære stoffer (stoffer som ekstraheres væk) i soyabønner er årsag til

nogle af de problemer, der fremkommer ved anvendelse af større mængder soyaskrå i foderet til bl.a. mink.

På markedet findes der i dag en række soyaprodukter, hvor der ved proces teknisk behandling, er opnået en betydelig kvalitetsforbedring. Ved en del af de bedste produkter er der foretaget en ekstraktion af de lavmolekulære stoffer, men der ved bliver der tale om relativt dyre produkter, og der mangler viden om hvilke typer af stoffer, der er årsag til problemerne.

Det foreliggende arbejde tog sigte på at belyse den effekt, forskellige proces tekniske behandlinger har på kvaliteten af soyaprodukter. Desuden blev der ved kemiske undersøgelser analyseret for den effekt, sådanne behandlinger har på visse stoffer i de færdige produkter.

Materiale og metoder

Soyabønner varmebehandlet ved 140°C i 15 min. på tromletørrer blev leveret fra Bioteknisk Institut, Kolding. Hi-Pro og andre soyamel produkter blev leveret fra Arkady-ADM (British Arkady). I undersøgelserne blev desuden anvendt Soycomill, Danpro-A og Protao samt almindelig soyaskrå fra Århus Oliefabrik A/S. Ekstraktion og undersøgelser af lavmolekulære stoffer blev gennemført efter tidligere beskrevne og

Tabel 1. Oversigt over de 11 undersøgte prøver

1. Kasein tilsat 1% methionin (standard diæt)
2. Varmebehandlede soyabønner
3. Soyaskrå
4. Hi-Pro soyamel
5. Protao
6. Hi-Pro ekstraheret for lavmolekulære stoffer (HMW-fraktionen)
7. Soyaskrå ekstraheret for lavmolekulære stoffer (LMW-fraktionen)
8. Ekstraheret soyaskrå (HMW-fraktionen) tilsat Met+Thr
9. Lavmolekulære stoffer fra Hi-Pro (LMW-fraktionen); 40 g pr. kg standard diæt
10. Lavmolekulære stoffer Hi-Pro (LMW-fraktionen); 200 g pr. g standard diæt
11. Lavmolekulære stoffer fra soyaskrå (LMW-fraktionen); 40 g pr. kg standard diæt

velafprøvede metoder, der anvendes rutinemæssigt. Proteininhibitoraktiviteten i ekstrakter fra soyaprodukterne blev bestemt overfor trypsin og chymotrypsin isoleret fra rottepancreas. Rotteforsøgene blev gennemført efter SH's sædvanlige procedure. Beskrivelse af forsøgsbetingelser og forskellige metoder er præsenteret i anden sammenhæng (Bjerg et al., 1984). En kort beskrivelse af de undersøgte prøver er givet i tabel 1.

Resultater og diskussion

Ved den anvendte ekstraktion af soyaskrå med methanol-vand (7:3) fjernes ca. 10%, som repræsenterer forskellige typer af lavmolekulære stoffer (LMW-fraktionen). I den herved opnåede fraktion af ekstraheret soyaskrå (HMW-fraktionen), er der kun en lille, men kendelig mængde af lavmolekulære stoffer. Mængden og typer af lavmolekulære stoffer i HMW-fraktionen er i overensstemmelse med, hvad der findes af disse stoffer i soyaprodukter som Protao, Danpro-A og Soy-comill.

Tabel 2. Kemisk sammensætning (% , tørstofbasis) af de 11 undersøgte prøver

Prøve	Protein (Nx6.25)	Stoldt fedt	LHK	Træstof	Aske	Tannin	g cal/g
1	89.2	0.3	5.3	-	3.1	-	-
2	39.2	20.9	12.5	6.1	5.2	1.2	5332
3	49.1	2.1	7.5	6.7	6.6	2.7	4181
4	50.1	14.8	8.7	3.3	6.0	3.0	5172
5	60.1	0.7	3.5	7.4	5.6	1.3	4417
6	54.7	15.3	3.7	3.5	4.9	1.6	5148
7	53.8	1.5	3.3	8.5	5.6	1.6	4180
8	53.8	1.5	3.3	8.5	5.6	1.6	4180
9	6.9	2.7	42.6	0.0	11.4	3.3	3527
10	6.9	2.7	42.6	0.0	11.4	3.3	3527
11	9.3	4.7	38.7	0.6	19.0	3.1	3554

I tabel 2 ses resultaterne fra de kemiske analyser af de 11 prøver. Det skal fremhæves, at LMW-fraktionen adskiller sig meget fra HMW-fraktionen (de ekstraherede soyaprodukter) med et meget lavt proteinindhold, men med et højt indhold af LHK, aske og tannin. Den for LMW-fraktionen angivne proteinmængde repræsenterer forskellige typer af frie aminosyrer (ikke proteinbundne) og andre N-holdige lavmolekulære stof-

Tabel 3. Indhold af aminosyrer (g/16gN) i de 11 undersøgte prøver

Prøve	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Alanin	3.34	4.37	4.19	4.35	4.33	4.55	4.24	4.24	2.01	2.01	2.05
Arginin	3.60	7.36	7.23	7.49	7.38	7.60	7.21	7.21	5.66	5.66	5.84
Asparaginsyre	7.79	11.51	10.85	11.25	11.33	11.54	11.12	11.12	9.13	9.13	5.94
Cystin	0.45	1.43	1.49	1.31	1.42	1.36	1.44	1.44	1.18	1.18	1.20
Glutaminsyre	24.15	19.24	18.06	18.11	19.23	19.05	18.55	18.55	15.88	15.88	14.60
Glycin	2.03	4.30	4.28	4.12	4.28	4.27	4.30	4.30	1.99	1.99	2.45
Histidin	2.89	2.62	2.66	2.55	2.50	2.35	2.53	2.53	0.88	0.88	1.83
Isoleucin	5.86	4.92	4.58	4.77	4.89	4.95	4.80	4.80	1.43	1.43	1.25
Leucin	10.37	7.92	7.48	7.89	7.97	7.94	7.75	7.75	1.86	1.86	1.48
Lysin	8.19	5.04	6.08	5.96	6.34	5.90	5.89	5.89	1.91	1.91	1.39
Methionin	3.42	1.26	1.56	1.36	1.30	1.37	1.21	2.71 ¹⁾	0.46	0.46	0.31
Fenylalanin	5.21	5.04	5.42	5.01	4.94	5.28	4.84	4.84	2.85	2.85	2.88
Prolin	11.75	5.38	5.51	4.89	5.32	5.24	5.25	5.25	2.60	2.60	2.32
Serin	6.41	5.66	5.05	5.49	5.63	5.61	5.54	5.54	1.80	1.80	1.20
Threonin	4.45	3.93	3.89	3.94	3.91	4.01	3.80	4.60 ¹⁾	1.29	1.29	0.83
Tyrosin	5.85	3.82	3.33	3.68	3.72	3.86	3.63	3.63	2.23	2.23	3.07
Valin	7.20	5.04	5.22	4.89	5.01	5.13	4.93	4.93	1.46	1.46	1.22

¹⁾ Ekstra tilsat i syntetisk form.

fer. Det høje indhold af LHK og tannin kan være en del af forklaringen på observerede fordøjelsesforstyrrelser hos visse dyrearter ved brug af ikke ekstraherede soyaprodukter i foderet. Af tabel 3 fremgår det, at indholdet af aminosyrerne lysin, threonin, methionin og cystin er meget lavt – hvorfor proteinet i LMW-fraktionen må have en negativ effekt på det samlede foders proteinkvalitet. I diæter tilsat LMW-forbindelser (9, 10 og 11) er det primært SF-værdierne der har været negativt påvirket. Dette er specielt tilfældet for ek-

straktionsstoffer fra Hi-Pro (diæt 9 og 10). Dette gælder også for energiens fordøjelighed. LMW-fraktionerne fra soyaskrå (hold 11) havde ikke nær den samme negative effekt. Det kan endvidere ses af tabel 3, at indholdet af samtlige aminosyrer i LMW-fraktionerne (prøve 9, 10 og 11) er meget lavt, hvorfor NPN-fraktionen må være uforholdsmæssig høj.

Med hensyn til tanninbestemmelserne er disse udført efter den officielle metode (AOAC), men den medtager både uønskede/ernæringshæm-

Tabel 4. Proteinkvalitet og fordøjelig energi af de 11 prøver (tabel 1) samt levende vægte for dyrene ved forsøgets afslutning (gns. værdier)

Prøve	SF (%)	BV (%)	NPU (%)	Fordøjelig energi (%)	Levende vægt (g)
1	100.5	87.6	88.0	98.9	95.3
2	90.7	70.6	64.1	80.2	87.6
3	92.0	66.9	61.7	76.7	85.7
4	91.5	66.0	60.4	90.1	88.1
5	96.0	67.6	64.9	79.9	86.7
6	93.0	65.4	60.8	90.5	87.4
7	92.6	71.3	66.0	69.0	89.1
8	95.2	92.6	88.2	73.7	97.5
9	95.3	90.5	86.2	91.3	98.6
10	91.3	93.7	85.5	89.3	89.2
11	99.4	91.9	91.3	96.2	97.0

Tabel 5. Proteininhibitorindhold i visse aktuelle soya-produkter målt overfor trypsin og chymotrypsin fra rottepancreas (U₍₀₎/100 g soyaprodukt)*

Prøve	Inhibitor units overfor	
	Trypsin	Chymotrypsin
Varmebehandlede soyabønner	95	–
Soyaskrå	58	250
Hi-Pro soyamel	78	–
Protoa	9	160
Danpro-A	34	490
Soycomill	48	470
HMW-fraktionen af soyaskrå	68	250
LMW-fraktionen af soyaskrå	0	–

* 1. U₍₀₎ = inhibitor unit = inhibitormængde af 1 U af henholdsvis trypsin og chymotrypsin.

mende phenolforbindelser såvel som visse ønskede essentielle næringsstoffer. Yderligere behandling af dette problem vil blive præsenteret i anden sammenhæng.

Soyaprotein har en mere velbalanceret aminosyresammensætning end tilfældet er for de fleste bælgplanter, der normalt anvendes som foder og fødemidler. Indholdet af methionin og threonin er imidlertid væsentlig lavere end behovet, hvorfor BV i soyaprotein er langt lavere (ca. 70) sammenlignet med f.eks. en BV på ca. 90 i rapsprotein. Ved at tilsætte både methionin og threonin i syntetisk form til ekstraheret soyaskrå (hold 8) steg BV til 92.6.

Det skal endvidere fremhæves, at energiens fordøjelighed i de forskellige produkter varierede meget. I Hi-Pro soyamel fordøjedes energien over 90%, medens energien i Protao kun blev fordøjet med 79.9%. Soyaskrå havde de laveste værdier for fordøjelig energi.

Tabel 5 viser resultaterne fra bestemmelsen af proteininhibitoraktiviteten i nogle soyaprodukter. De anvendte enzympræparater blev isoleret fra rottepancreas, hvor homogenaterne var aktive ved stuetemperatur i 3 dage før isolering af trypsin og chymotrypsin. Trypsininhibitoraktiviteten var ret lav i de undersøgte prøver, og der var ingen målelig aktivitet i fraktionen med de lavmolekulære stoffer. Koncentrationen af chymotrypsininhibitorer var dog noget højere. Der er ikke nogen ernæringskadelige effekter, der kan forklares ud fra de fundne proteininhibitoraktivi-

teter. Det må imidlertid fremhæves, at inhibitoraktiviteterne overfor enzymerne fra rotter ikke er identisk med de aktiviteter, vi tidligere har fundet med de samme ekstrakter anvendt overfor tilsvarende enzymer fra andre dyrearter.

Det kan konkluderes at soyabønner og soyaskrå kvalitetsmæssigt kan forbedres ved proces-teknisk behandling. Det generelt for høje indhold af proteininhibitorer kan reduceres til et acceptabelt niveau ved varmebehandling. Ved ekstraktion af lavmolekulære stoffer kan man yderligere forbedre kvaliteten – specielt til dyr som spædkalve og mink – der er følsomme over for visse stoffer i soyaprodukter. Der er således gode grunde til at søge de uønskede stoffer identificeret og beskrevet med henblik på analyse-mæssige kontrolmetoder. Endvidere ville det være ønskeligt, at finde en billigere proces-teknisk løsning, idet ekstraktion er en bekostelig proces. Det skal også fremhæves, at der er store forskelle på partier af soyabønner/soyaskrå med hensyn til indholdet af lavmolekulære stoffer.

Reference

Bjerg, B., Eggum, B. O., Jacobsen, I., Olsen, O. & Sørensen, H. 1984: Protein quality in relation to antinutritional constituents in faba beans (*Vicia faba* L.). The effects of vicine, convicine and dopa added to a standard diet and fed to rats. *Z. Tierphysiol., Tierernährg. u. Futtermittelk.* 51, 275–285.