



24. AUGUST

NR. 556

Ernæringsmæssig værdi af hestebønner i relation til frøenes indhold af vicin, convicin, dopa og tannin. Effekt af disse stoffer på proteinets udnyttelse målt i N-balanceforsøg med rotter.

Birthe Bjerg¹), B. O. Eggum²), Ingeborg Jacobsen²), O. Olsen¹) og H. Sørensen¹)

¹) Kemisk Institut, KVL; ²) Afdelingen for Dyrefysiologi og Biokemi, SH

Undersøgelser af årsager til forskelle i ernæringsmæssig værdi af to hestebønnesorter, Frank's Ackerperle (mørke frø og farvede blomster) og ZT (lyse frø og hvide blomster) er foretaget i nærværende forsøg. Proteinudnyttelsen i de to hestebønnesorter blev målt i N-balanceforsøg med rotter, med og uden ekstra methionin og threonin tilsat foderet. Resultaterne er vurderet i relation til de to proteinkilders indhold af tannin, vicin, convicin, dopa og dopa-glucosid. Den ernæringsmæssigt skadelige effekt af vicin, convicin og dopa blev undersøgt ved anvendelse af forskellige mængder af de renfremstillede stoffer i et standardfoder med kasein + methionin som proteinkilde.

Forsøgsresultaterne viser, at den hvidblomstrede sort af hestebønne har et lavt tanninindhold og giver en betydelig højere proteinfordøjelighed end sorten med de farvede blomster, der har et relativt højt tanninindhold. Proteinudnyttelsen for begge hestebønnesorter øgedes betydeligt ved tilsætning af methionin og threonin, men den biologiske værdi er stadigvæk relativt lav. En af årsagerne til den ret lave biologiske værdi kan der gøres rede for ud fra hestebønnernes indhold af convicin, som vist ved forsøgene med renfremstillet vicin, convicin og dopa. Af de opnåede resultater kan det konkluderes, at der er muligheder for betydelige ernæringsmæssige kvalitetsforbedringer ved at dyrke hestebønner med lavt indhold af tannin, vicin og convicin. Hestebønnesorter med disse kvalitetsegenskaber findes i dag.

Indledning

Hestebønner har et ret højt proteinindhold, og de hører til blandt de højest ydende bælgplanter. Hovedparten af frøenes protein består af legumin og vicilin, som tilfældet er med andre bælgplan-

ters frøproteiner. Set ud fra et ernæringsmæssigt synspunkt har disse proteiner et relativt højt indhold af lysin, et for lavt indhold af threonin og specielt af methionin, men af de øvrige protein-aminosyrer er der en tilfredsstillende fordeling.

Det er imidlertid ikke lykkedes at hæve hestebønners ernæringsmæssige værdi ved planteforædlingsprogrammer, der sigter mod en forøgelse af frøproteinernes indhold af threonin og methionin.

Proteinkvaliteten af hestebønner er ikke blot et spørgsmål om proteinernes aminosyresammensætning, udnyttelsen er også afhængig af skadelige stoffer, som kan findes i frøene. Planteforædlingsprogrammer rettet mod en reduktion af frøenes indhold af uønskede stoffer som hæmagglutiner og proteaseinhibitorer, har ikke givet de ønskede kvalitetsforbedringer af hestebønner. Derimod viser det sig, at selektion for hvidblomstrede hestebønner resulterer i et betydeligt lavere indhold af tannin i frøene. Hestebønner er desuden kendt for at indeholde relativt store koncentrationer af vicin, convicin, dopa og dopa-glucosid. Det er stoffer, der antages at være årsag til favisme, og der er gode grunde til at være opmærksom på disse stoffers fysiologiske og ernæringsmæssige effekt. Ved planteforædling og/eller selektion blandt hestebønnesorter og varieteter er det muligt at opnå en betydelig reduktion af frøenes indhold af vicin og convicin (Bjerg et al. 1984a).

Formålet med den foreliggende forsøgsserie har været at undersøge den ernæringsmæssige værdi af hestebønner i relation til frøenes indhold af tannin, vicin, convicin, dopa og dopa-glucosid. Til undersøgelsen er anvendt N-balanceforsøg med rotter. To partier hestebønner med henholdsvis farvede blomster (relativt højt tanninindhold) og hvide blomster (lavt tanninindhold) er afprøvet. Dopa samt vicin og convicin, isoleret fra et parti hestebønner, tilsat individuelt til et standardfoder og i varierende mængder, er ligeledes undersøgt i N-balanceforsøg. Anvendte biologiske kriterier har været proteinets sande fordøjelighed (SF), biologisk værdi (BV) og netto-proteinudnyttelse (NPU). Endvidere blev dyrenes vægt samt levervægte ved slagtning registreret. Indholdet af vicin, convicin og dopa i blodet og i mave-tarmindhold, udtaget på forskellige steder i fordøjelseskanalen, blev bestemt for at belyse forhold vedrørende absorption og/eller nedbrydning af disse stoffer.

Materialer og metoder

Hestebønner med henholdsvis hvide (ZT) og farvede blomster (Ack) blev dyrket under ensartede betingelser i Danmark og undersøgt i N-balanceforsøg med rotter efter SH's sædvanlige teknik. De kemiske analyser og isolering af krystallinsk vicin og convicin fra hestebønner er beskrevet af Bjerg et al. (1984a og b). Vicin, convicin og L-dopa blev individuelt og i forskellige mængder tilsat et standardfoder baseret på stivelse, nødvendige vitaminer og mineraler samt protein i form af kasein tilsat L-methionin.

Resultater og diskussion

Tabel 1 viser resultaterne fra de kemiske analyser af de anvendte proteinkilder. Det fremgår heraf, at de to hestebønnesorter havde meget nær ens kemisk sammensætning bortset fra tanninindholdet. Sammenlignet med sorten med de hvide blomster (ZT) havde sorten med de farvede blomster (Ack) ca. dobbelt så højt tanninindhold.

I tabel 2 er vist aminosyresammensætningen af de to sorter af hestebønner sammenlignet med tilsvarende værdier for sojaskrå, kasein og to sorter af dobbelt lave raps. Det ses, at hestebønner og sojaskrå har et langt lavere indhold af threonin og specielt af methionin + cystin end raps, hvilket forventeligt er den direkte årsag til den lavere biologiske værdi af disse proteinkilder. Der er et markant lavere indhold af threonin og methionin i sorten ZT end i sorten Ack, og hestebønnerne har endvidere et lavere indhold af disse aminosyrer end sojaskrå. For de andre essentielle aminosyrer er der et tilfredsstillende indhold, hvilket ses ved sammenligning med fordelingen i raps, der har en velafbalanceret aminosyresammensætning.

Tabel 3 viser indholdet af vicin, convicin, dopa og dopa-glucosid i de 13 diæter, der indgik i forsøget. Resultaterne fra analyserne af diæterne 2 og 4, hvor sorten Ack er anvendt som eneste proteinkilde, sammenlignet med resultaterne fra diæterne 3 og 5, hvor sorten ZT er anvendt som eneste proteinkilde, viser, at begge sorter har et relativt højt indhold af disse stoffer, og det højeste indhold findes i sorten Ack. Diæterne 6-13 er

Tabel 1. Kemisk sammensætning (%; tørstofbasis) af de tre anvendte proteinkilder

	Protein	Fedt	Stivelse + sukker	Træstof	Aske	Tannin
Kasein	89,2	0,3	5,3	—	3,1	—
Hestebønne, Ack	29,8	2,3	55,2	8,8	3,9	2,5
Hestebønne, ZT	28,5	2,1	57,2	7,9	4,3	1,2

Tabel 2. Aminosyresammensætningen (g/16 gN) i de to hestebønnesorter i sammenligning med sojaskrå og dobbelt lav raps

	Kasein	Hestebønner		Søjaskrå	Raps	
		Ack	ZT		Erglu	Candle
Asparaginsyre	7,69	10,56	10,84	10,85	7,36	8,12
Threonin	4,45	3,65	3,46	3,89	4,35	5,47
Serin	6,41	4,96	5,06	5,05	4,35	4,47
Glutaminsyre	24,15	16,11	16,79	18,06	18,72	18,44
Prolin	11,75	4,48	4,39	5,51	6,48	6,29
Glycin	2,03	4,36	4,07	4,28	5,11	5,37
Alanin	3,34	4,17	3,97	4,19	4,45	4,66
Valin	7,20	4,82	4,72	5,22	5,15	5,43
Isoleucin	5,86	4,29	4,32	4,58	3,91	4,04
Leucin	10,32	7,44	7,58	7,48	7,10	7,20
Tyrosin	5,85	3,39	3,37	3,33	2,91	2,84
Fenylalanin	5,21	3,99	4,08	5,42	3,72	3,75
Lysin	8,19	6,26	6,17	6,08	5,90	5,98
Histidin	2,89	2,55	2,47	2,66	2,75	2,59
Arginin	3,60	9,44	0,06	7,23	6,45	6,37
Methionin + cystein	3,47	2,13	1,84	3,05	4,45	4,39

Tabel 3. Indhold (μ mol/g diæt) af vicin, convicin, dopa og dopa-glucosid i de 13 diæter

Diæt	Vicin	Convicin	Dopa	Dopa-glucosid
1	—	—	—	—
2	4,21	4,47	0,44	0,76
3	3,62	3,05	0,07	0,66
4	4,21	4,47	0,44	0,76
5	3,62	3,05	0,07	0,66
6	0,79	—	—	—
7	3,95	—	—	—
8	7,37	—	—	—
9	—	1,06	—	—
10	—	4,64	—	—
11	—	—	1,12	—
12	—	—	6,35	—
13	—	—	12,18	—

Diæterne 6–13 er som standarddiæten (nr. 1) men tilsat de respektive stoffer. I diæterne 2 og 4 indgår hestebønner af sorten Ack, medens der i diæterne 3 og 5 indgår sorten ZT. Diæterne 4 og 5 var endvidere tilsat methionin og threonin.

som standardfoderet (diæt 1) men tilsat varierende mængder af henholdsvis vicin, convicin og dopa, som vist i tabel 3.

Resultaterne fra undersøgelserne af de to he-

stebønnesorters proteinværdi, med og uden tilsætning af de ernæringsmæssigt begrænsede aminosyrer methionin og threonin er vist i tabel 4. I overensstemmelse med indholdet af methionin og threonin (tabel 3) er den biologiske værdi signifikant højere for sorten Ack end for sorten ZT. En tilsætning af disse to aminosyrer bevirker, at der ingen signifikant forskel er i BV for de to sorter, men den opnåede BV er dog langt fra værdien for kasein tilsat methionin (diæt 1).

Proteinets sande fordøjelighed var ca. 10 pct. enheder højere for sorten ZT end for sorten Ack.

Tabel 4. Proteinets sande fordøjelighed (SF) biologiske værdi (BV) og netto-proteinudnyttelse (NPU) i to forskellige sorter hestebønner uden og med ekstra methionin og threonin

Diæt (nr.)	SF (%)	BV (%)	NPU (%)
2. Hestebønne, Ack	83,2 ^c	55,9 ^c	46,5 ^c
3. Hestebønne, ZT	93,0 ^a	48,5 ^b	45,1 ^c
4. Ack + meth. og threonin	86,1 ^b	77,4 ^a	66,6 ^b
5. ZT + meth. og threonin	94,2 ^a	76,9 ^a	72,4 ^a

a–c Resultaterne i samme søjler med forskellige bogstaver er signifikant ($P < 0,05$) forskellige

Det er rimeligt at antage, at denne forskel primært reflekterer de to sorters forskellige tanninindhold. Indflydelse og funktion af tanniner som ernæringsmæssigt skadelige stoffer er imidlertid vanskelig at forklare nærmere på grund af uspecifikke og meget mangelfulde analysemetoder. Disse metoder viser ikke, hvilke typer af stoffer det drejer sig om, og de stoffer, der bliver medbestemt, er af forskellige typer for forskellige fodermidler.

Tabel 5 viser, hvorledes proteinudnyttelsen påvirkedes af renfremstillet vicin, convicin og dopa tilsat et standardfoder. Der observeredes ingen effekt på SF værdierne. Effekten reflekteredes udelukkende på den biologiske værdi. Der var kun en ganske svag reduktion af BV forårsaget af vicin og dopa. Convicin gav derimod betydelig og signifikant negativ effekt på BV. Ved anvendelse af et niveau på 0.14% (diæt 10) reduceredes BV med ca. 10 pct. enheder. Denne mængde svarer til det niveau, der opnås med foderblandinger, der indeholder 10–50% hestebønner, afhængig af convicinindholdet i den pågældende sort (Bjerg et al. 1984a).

Tabel 5. Proteinets sande fordøjelighed (SF), biologiske værdi (BV), netto-proteinudnyttelse (NPU) og leverens vægt hos rotter, hvor et standard foder var tilsat stigende mængder af henholdsvis vicin, convicin og dopa

Diæt (nr.)		SF (%)	BV (%)	NPU (%)	Levervægt (mg/grotte)
1.	1. Kontrol	99,1 ^{ab}	93,0 ^{ab}	92,2 ^b	51,6 ^a
6.	Kontrol-vicin (1)	100,0 ^a	94,0 ^a	94,0 ^a	51,1 ^a
7.	Kontrol-vicin (2)	98,9 ^{ab}	90,0 ^{ca}	89,0 ^c	53,1 ^a
8.	Kontrol+vicin (3)	99,3 ^{ab}	91,5 ^{bc}	90,9 ^b	47,5 ^a
9.	Kontrol+convicin (1)	98,3 ^{ab}	90,7 ^{cd}	89,2 ^c	53,6 ^a
10.	Kontrol+convicin (2)	97,3 ^b	82,8 ^f	80,6 ^e	54,6 ^a
11.	Kontrol+dopa (1)	97,7 ^{bc}	90,0 ^{ce}	87,9 ^d	50,3 ^a
12.	Kontrol+dopa (2)	98,7 ^{ab}	88,8 ^{de}	87,6 ^d	47,8 ^a
13.	Kontrol+dopa (3)	98,7 ^{ab}	88,8 ^{de}	87,6 ^d	47,8 ^a

Resultaterne i samme søjler med forskellige bogstaver er signifikant ($P < 0,05$) forskellige

Analyse af indholdet i henholdsvis mave, tyndtarm, blindtarm og tyktarm viste, at både vicin, convicin og dopa var næsten fuldstændig absorberet fra – eller nedbrudt til andre forbindelser i – fordøjelseskanaalen, inden blindtarmsafsnittet. Pyrimidinglucosiderne kan endvidere blive nedbrudt i blind- og tyktarm ved hydrolyse katalyseret af mikrobielt producerede glucosidaser eller glucosidaser i selve tarmvæggen. Det er vist i »glucosidase assay« med både vicin og convicin, at aglucondelene er meget ustabile og nedbrydes hurtigt med mulighed for hydrogenperoxiddannelse.

Analysen af blodprøver viste ikke tilstedeværelse af kendelige koncentrationer af de intakte pyrimidinglycosider, hvilket kan skyldes udskillelse med urin gennem nyrerne og/eller nedbrydning i leveren. En absorption til blodet som intakte glucosider understøttes af stoffernes – specielt convicins – effekt på BV. I forbindelse med favisme er både vicin og convicin antaget at være årsagen til dette problem, der kan resultere i hæmolyse af de røde blodlegemer. I forsøg med anvendelse af hestebønner til fjerkræ er det vist, at vicin kan optages til blodet, med reduceret æggestørrelse til følge. Hos grisesøer kan hestebønner i foderet reducere antal grise pr. kuld.

Det må konkluderes, at optimal udnyttelse af hestebønnens ernæringsmæssige værdi kræver, at der anvendes hestebønner, der både har et lavt tanninindhold (hvidblomstrede), og samtidig et lavt indhold af convicin og vicin. Dette kan opnås ved udnyttelse af nyere forsøgsresultater inden for dette felt (Bjerg et al. 1984a).

Litteratur

- Bjerg, B., Knudsen, J. C. N., Olsen, O., Poulsen, M. H. & Sørensen, H. 1984a. Z. Pflanzenzüchtg. (in press).
 Bjerg, B., Eggum, B. O., Jacobsen, I., Olsen, O. & Sørensen, H. 1984b. Z. Tierphysiol., Tierernähr. u. Futtermittelkde. 51, 275–285.