



Byg og hvede suppleret med syntetiske aminosyrer eller sojakrå til svin

Henry Jørgensen¹, José A. Fernández²

¹Afdelingen for dyrefysiologi og biokemi, ²Afdeling for forsøg med svin og heste

Gradvis tilsætning af industrielt fremstillede (syntetiske) aminosyrer (lysin, treonin, metionin og tryptofan) til byg og hvede blev i fordøjeligheds- og balanceforsøg med voksende grise sammenlignet med aminosyrer i sojaprotein. Med grise, som havde fået indsat en kanyle ved enden af tyndtarmen, blev fordøjeligheden bestemt ved enden af tyndtarmen og i hele fordøjelseskanalen. Tilsætning af aminosyrer til byg og hvede forøgede proteinaflejringen og dermed udnyttelsen af det fordøjede protein. Heraf fremgår det, at anvendelse af syntetiske aminosyrer gør det muligt at opnå en mere afbalanceret aminosyresammensætning i korn, hvilket ernæringsmæssigt er fordelagtigt. Samtidig får man en mindre kvælstofudskillelse med urinen, hvilket er positivt af miljømæssige årsager.

Fordøjeligheden af de anvendte syntetiske aminosyrer var stort set 100 procent med undtagelse af treonin, som havde en fordøjelighed på ca. 94 procent.

Når behovet for lysin, treonin og metionin var dækket, gav tilsætning af tryptofan ingen yderligere forøgelse af proteinaflejringen, hvilket tyder på, at tryptofan ikke er den næste begrænsende aminosyre i byg og hvede.

Proteinaflejringen var lavere ved tilskud af lysin, treonin, metionin og tryptofan til byg og hvede end ved tilsætning af sojakrå. Beregninger over de fordøjede aminosyrers udnyttelse (aflejrede aminosyrer i procent af ileal fordøjede) tyder på, at den lavere proteinaflejring skyldes mangel på histidin, leucin, isoleucin og valin.

Indledning

Optimal udnyttelse af foderet forudsætter, at det daglige foder dækker svinenes behov for de forskellige livsnødvendige næringsstoffer. Mangel på disse næringsstoffer nedsætter tilvækst og foderudnyttelse, medens overskud generelt resulterer i dårligere foderudnyttelse. Overskud af f.eks. protein/aminosyrer medfører, at aminosyrerne indgår i energiomsætningen, hvilket sker med en lav udnyttelse, dog kan slagte kvaliteten herigennem forbedres. Kvælstoffet fra nedbrydningen af de overskydende aminosyrer udskilles med urinen, hvilket er uheldigt af såvel fodrings-

mæssige som økonomiske og miljømæssige årsager. Ved anvendelse af normale foderstoffer vil der for at dække behovet for de begrænsende aminosyrer f.eks. lysin hyppigt være overskud af andre aminosyrer. En mulighed for at få en mere afbalanceret aminosyresammensætning og dermed en forbedret protein udnyttelse er at anvende industrielt fremstillede (syntetiske) aminosyrer.

Formålet med dette forsøg var at sammenligne tilskud af lysin, treonin, metionin og tryptofan med tilskud af proteinbundne aminosyrer i sojakrå.

Materiale og metoder

Der blev anvendt 2 foderpartier af såvel byg, hvede som sojaskrå. Før forsøgets start blev foderpartierne analyseret kemisk, og der blev udført fordøjelighedsforsøg for at bestemme fordøjeligheden af protein og energi (tabel 1). Herefter blev forsøgsfoderet sammensat på grundlag af det eksperimentelt bestemte indhold af fordøjelige næringsstoffer.

Den anvendte forsøgsplan fremgår af tabel 2 og 3. Med hvert parti af henholdsvis byg og hvede blev som positiv kontrol sammensat en blanding med sojaskrå i henhold til de gældende normer for fordøjelige aminosyrer pr. FE_s, som negativ kontrol anvendtes byg og hvede uden proteintilskud. Byg- og hvedepartierne blev gradvist suppleret med syntetiske aminosyrer til samme niveau pr. FE_s som i sojaskrå kontrolblandingen: 1) lysin, 2) lysin + treonin, 3) lysin + treonin + metionin, 4) lysin + treonin + metionin + tryptofan. Der blev anvendt 4 kuld à 6 sogrise, der havde fået en kanyle indopereret ved enden af tyndtarmen til bestemmelse af fordøjeligheden dels i tyndtarmen og dels i hele fordøjelseskanalen.

Tabel 1. Kemisk sammensætning og fordøjelighed af de anvendte foderpartier

	Byg		Hvede		Sojaskrå	
	1	2	1	2	1	2
<i>I % af tørstof:</i>						
Råprotein . . .	10.6	12.0	12.5	14.1	48.1	47.8
Råfedt . . .	3.6	4.3	3.0	3.7	3.2	4.3
Træstof . . .	5.0	5.3	2.5	2.5	7.9	8.6
Lysin	0.38	0.43	0.35	0.38	3.02	2.99
Treonin . . .	0.35	0.39	0.34	0.38	1.91	1.89
Metionin . .	0.17	0.22	0.19	0.21	0.68	0.67
Tryptofan . .	0.14	0.15	0.16	0.17	0.65	0.67
<i>Fordøjelighed, %:</i>						
Råprotein . .	67	71	82	82	85	83
Energi . . .	78	78	87	87	85	81
<i>FE_s/kg tørstof .</i>						
	1.15	1.16	1.26	1.27	1.24	1.19

Til bestemmelse af proteinaflejringen blev der udført 5 kvælstofbalanceforsøg med hver blanding. Ialt blev der til denne del af forsøget anvendt 12 kuld à 6 sogrise. Forsøgene blev udført i vægtintervallet 45-60 kg under standardiserede forhold. Alle grisene havde fået indlagt urinkatte tre for at undgå kvælstoftab og for at opnå en god adskillelse af gødning og urin.

Tabel 2. Aflejring og udnyttelse af protein og fordøjede aminosyrer (tyndtarm) fra byg

	Byg + Sojaskrå		Byg		Byg + Lys		Byg + Lys + Tre		Byg + Lys + Tre + Met		Byg + Lys + Tre + Met + Trypt	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
Gns. vægt, kg	53.8		53.3		52.2		52.9		53.6		52.6	
FE _s /dag	1.79		1.77		1.83		1.84		1.92		1.89	
Aflejret protein												
g pr. dag	128		38		70		81		91		93	
% af fordøjet	54		31		52		59		63		67	
<i>Livsnødvendige</i>												
Lysin	13.0	68	4.8	54	12.1	39	11.9	47	12.1	51	12.3	52
Treonin	8.3	58	4.0	35	4.1	65	7.8	39	8.1	42	8.2	43
Metionin	4.0	61	2.5	29	2.5	54	2.2	70	5.1	33	5.3	34
Tryptofan	3.2	48	1.7	27	1.7	50	1.7	58	1.7	65	3.1	36
Cystin	4.4	29	3.0	12	2.9	24	3.1	26	3.0	30	3.0	32
Isoleucin	10.9	47	5.0	29	5.1	55	4.9	65	5.0	72	4.9	76
Leucin	18.5	53	9.5	30	9.5	56	9.3	66	9.4	74	9.2	78
Valin	12.3	53	6.9	28	6.8	52	6.7	61	6.8	68	6.6	72
Fenylalanin	12.8	37	7.2	19	7.2	36	7.1	42	7.1	47	6.8	50
Tyrosin	9.3	38	4.6	22	4.4	44	4.2	53	4.5	56	4.3	61
Histidin	6.8	60	3.2	37	3.4	67	3.4	75	3.3	88	3.3	91
<i>Ikke-livsnødvendige</i>												
Alanin	9.5	87	4.8	50	4.9	93	4.8	109	4.2	141	4.6	131
Arginin	17.1	48	7.1	34	7.2	63	7.1	73	7.0	83	6.8	88
Asparaginsyre	22.0	50	7.3	45	7.2	84	6.7	104	6.8	117	6.8	119
Glutaminsyre	54.1	32	35.3	14	34.8	27	34.8	31	34.9	35	34.3	37
Glycin	9.1	117	4.3	74	3.8	154	4.2	159	4.0	192	4.1	190
Prolin	18.7	41	14.5	15	13.8	30	14.7	33	14.1	39	14.4	39
Serin	12.5	43	6.1	26	6.1	48	6.1	55	5.9	65	6.1	64

A: g ileal fordøjet aminosyre pr. dag

B: Aflejret aminosyre, % af ileal fordøjet

Resultater og diskussion

På trods af en relativ stor variation i den kemiske sammensætning af de to byg- og hvedepartier (tabel 1) var udslaget i form af daglig proteinaflejring efter tilskud af syntetiske aminosyrer næsten ens for de to partier af de respektive kornsorter. Der er derfor kun vist de gennemsnitlige resultater fra byg (tabel 2) og hvede (tabel 3).

Det blev tilstræbt, at grisene fik samme mængde FE_s pr. dag, hvilket stort set også lykkedes (tabel 2 og 3), dog var de tildelte fodermængder under normen for at undgå foderspild. I tidligere undersøgelser er det vist, at svin ikke kan udnytte de aminosyrer, der fordøjes i blind- og tyktarmen (Meddelelserne nr. 432 og 537). Derfor er fordøjeligheden bestemt ved enden af tyndtarmen en mere nøjagtig vurdering af foderets tilgængelige aminosyrer. I tabel 2 og 3 er aminosyrernes fordøjelighed ved enden af tyndtarmen angivet (g ileal fordøjede pr. dag). Som det fremgår af tabellerne, fik de grise, der fik tilskud af syntetiske aminosyrer, samme mængde af disse aminosyrer, som de grise, der fik byg/hvede-sojaskråblandingerne.

De grise, der blev fodret med byg uden tilskud af aminosyrer (tabel 2), havde en højere daglig aflejring af protein (38 g pr. dag) og en bedre udnyttelse af proteinet (31% aflejret af fordøjet) end de grise, der fik hvede (tabel 3, 26 g pr. dag og 17% aflejret af fordøjet). Dette var også at forvente, fordi hvede indeholder relativt mindre lysin end byg (tabel 1).

Selvom byggen og hveden blev suppleret med 4 aminosyrer (lysin, treonin, metionin og tryptofan) til samme niveau som i blandingerne med sojaskrå, blev proteinaflejringen ikke så stor, som når aminosyrerne blev tildelt i form af sojaprotein. På den anden side blev udnyttelsen af det fordøjede protein forøget betydeligt, hvilket illustrerer mulighederne for at forbedre foderblandingers aminosyresammensætning ved anvendelse af industrielt fremstillede aminosyrer. Herved opnås tillige en reduceret kvælstofudskillelse med urinen, hvilke af miljømæssige årsager er meget værdifuldt.

De syntetiske aminosyrers fordøjelighed var næsten 100 procent, med undtagelse af treonin, der havde en ileal fordøjelighed på ca. 94 procent.

Tabel 3. Aflejring og udnyttelse af protein og fordøjede aminosyrer (tyndtarm) fra hvede

	Hvede + Sojaskrå		Hvede		Hvede + Lys		Hvede + Lys + Tre		Hvede + Lys + Tre + Met		Hvede + Lys + Tre + Met + Trp	
Gns. vægt, kg	50.3		49.1		50.3		51.0		50.4		50.4	
FE _s /dag	1.81		1.73		1.80		1.82		1.84		1.85	
Aflejret protein												
g pr. dag	120		26		57		81		92		91	
% af fordøjet	45		17		36		49		55		53	
<i>Livsnødvendige</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>A</i>	<i>B</i>
Lysin	12.9	65	4.3	42	11.5	35	11.4	50	11.6	55	11.8	53
Treonin	8.6	54	3.6	27	3.8	57	7.4	42	7.3	48	7.8	44
Metionin	4.1	56	2.3	21	2.5	43	2.5	62	3.8	46	3.9	45
Tryptofan	3.6	40	2.0	16	1.9	36	1.9	51	2.0	56	3.8	29
Cystin	5.1	24	3.6	7	3.7	15	3.7	22	3.6	26	4.0	23
Isoleucin	11.5	42	5.4	19	5.4	42	5.4	60	5.5	67	5.6	65
Leucin	19.7	47	10.4	19	10.3	42	10.4	60	10.4	68	10.7	66
Valin	12.6	49	6.7	20	6.5	45	6.6	63	6.5	72	6.8	69
Fenylalanin	13.5	33	7.5	13	7.5	28	7.6	40	7.4	46	7.8	43
Tyrosin	9.7	35	4.6	16	4.6	35	4.7	48	4.3	59	4.7	54
Histidin	7.4	52	3.8	22	4.0	45	4.0	65	4.2	71	4.2	70
<i>Ikke-livsnødvendige</i>												
Alanin	9.9	79	4.5	37	4.7	80	4.6	114	4.5	131	4.9	122
Arginin	18.1	43	7.9	21	7.9	47	8.2	64	8.0	74	8.3	71
Asparaginsyre	22.2	47	6.9	33	6.9	72	6.9	102	6.7	119	7.1	112
Glutaminsyre	65.9	25	48.7	7	49.0	16	49.4	22	49.6	25	51.2	24
Glycin	10.1	99	5.1	42	5.0	94	5.3	127	5.0	152	5.4	143
Prolin	19.2	38	14.8	11	14.6	23	15.4	32	15.3	36	15.7	35
Serin	14.3	36	7.7	14	7.8	31	7.9	43	7.7	50	8.0	48

A: g ileal fordøjet aminosyre pr. dag

B: Aflejret aminosyre, % af ileal fordøjet

Flere faktorer kan være årsag til den lavere proteinaflejring, der blev fundet ved tilskud af syntetiske aminosyrer sammenlignet med tilskud af sojaskrå. Det er blevet hævdet, at de industrielt fremstillede aminosyrer bliver absorberet hurtigere end de proteinbundne aminosyrer, og at de dermed ikke vil være tilstede for proteinsyntesen, når de øvrige aminosyrer bliver absorberet. Dette skulle specielt gøre sig gældende ved fodring en gang dagligt.

En anden og mere sandsynlig forklaring for den lavere udnyttelse er, at en eller flere aminosyrer end de, der blev tilsat, er begrænsende for maksimal proteindannelse. For at studere dette mere detaljeret blev udnyttelsen af de individuelle aminosyrer beregnet som aflejlrede aminosyrer i procent af de ileal fordøjede (tabel 2 og 3). Til beregningen blev anvendt den aminosyresammensætning af tilvæksten (g/16 g N), der er angivet i Meddelelse nr. 701, tabel 3. Eksempelvis bliver lysinets udnyttelse i byg + sojaskråblandingen: $128 \times 6.9 / 13.0 = 68\%$. Det antages, at den mest begrænsende aminosyre i det enkelte tilfælde vil være den, der har den højeste udnyttelse. For eksempel har lysin den højeste udnyttelse, når byg og hvede gives uden tilskud af aminosyrer (54 og 42%). Ligeledes kan det bemærkes, at tilskud af lysin forårsager et fald i dets udnyttelse, ikke fordi syntetisk lysin nødvendigvis udnyttes dårligere end proteinbundet lysin, men fordi en anden aminosyre vil begrænse lysinets udnyttelse. Dette illustreres ved, at udnyttelsen af lysin øges ved tilskud af først treonin og derefter metionin.

Det viser sig yderligere, at efter tilskud af lysin har treonin både hos byg og hvede den højeste udnyttelse, hvilket definerer treonin som den anden begrænsende aminosyre.

Tilsætning af lysin plus treonin viser metionin

eller histidin som tredje begrænsende aminosyrer. På trods af, at både metionin og histidin er begrænsende, resulterer tilsætning af metionin i en forøgelse af proteinaflejringen. Dette indikerer, som det også har været diskuteret i litteraturen, at histidin har en bufferkapacitet. En mangel på histidin vil derfor ikke blive afsløret i et relativt kort balanceforsøg som dette (12 dage).

Der blev ikke opnået nogen forøgelse i proteinaflejringen ved tilsætning af tryptofan. Dette kunne heller ikke forventes, da beregningerne viste, at histidin, leucin, isoleucin og valin var mere begrænsende for proteinaflejringen end tryptofan.

I tabel 2 og 3 er endvidere angivet udnyttelsen af de aminosyrer, som ikke regnes for at være livsnødvendige. At de ikke er livsnødvendige illustreres for alanins, asparaginsyres og glycins vedkommende ved, at de udnyttes over 100 procent. Dette viser, at der er blevet syntetiseret mere af de pågældende aminosyrer, end der er blevet tilført med foderet. Denne syntese sker bl.a. ud fra andre aminosyrer, hvilket viser at der er behov for en minimum tilførsel af ikke livsnødvendige aminosyrer.

Den beregnede udnyttelse af aminosyrer er imidlertid en nettoudnyttelse, hvor der ikke er taget hensyn til de uundgåelige tab af aminosyrer til bl.a. erstatningssyntese og dannelse af fordøjelseszymer.

Ud fra de her udførte forsøg er det ikke muligt af afklare entydigt, om udnyttelsen af syntetiske aminosyrer er den samme som for proteinbundne aminosyrer. Den lavere proteinaflejring, der blev fundet ved tilskud af syntetiske aminosyrer sammenlignet med sojaprotein, kan forklares ud fra mangel på de livsnødvendige aminosyrer histidin, leucin, isoleucin og valin.