



Statens Husdyrbrugsforsøg 1988

Meddelelse

30. JUNI

NR. 712

Aminosyreindholdet i somælk i relation til officielt angivne behov og normer for aminosyrer i foder til smågrise

Sigurd Boisen og Steen Bech-Andersen

Centrallaboratoriet

Viggo Danielsen

Afdelingen for forsøg med svin og heste

Somælkens indhold af aminosyrer og energi blev undersøgt og sammenlignet med de i litteraturen angivne behov for smågrise ved fravæning. Indholdet i somælken var i god overensstemmelse med de nyeste normer og udenlandske angivne behov for lysin, men lavere for methionin + cystin og threonin og generelt højere for de øvrige essentielle aminosyrer – især leucin og fenylalanin + tyrosin. Desuden var energikoncentrationen i mælketørstof væsentligt højere end i normale foderblandinger.

Da somælken må anses for at have en sammensætning, der giver optimale vækstbetingelser til pattegrise, tyder de fundne resultater på, at de nuværende normer er for lave for leucin og fenylalanin + tyrosin, og at smågrisenes foder kan forbedres, dels ved at nedsætte proteinindholdet i foderet og ændre aminosyresammensætningen, dels ved at øge potentialet for proteinaflejring med en større energikoncentration i foderet.

Indledning

Optimal vækst forudsætter et korrekt forhold mellem foderets indhold af fordøjelig energi og essentielle ernæringsfaktorer (aminosyrer, fedtsyrer, vitaminer og mineralstoffer). Det korrekte indhold af essentielle aminosyrer har i særlig grad været genstand for forskning. Baggrunden for dette har været, at næsten alle vegetabiliske proteinkilder har underskud af en eller flere essentielle aminosyrer, for at behovet til opbygning af kropsvæv – og dermed optimal vækst og foderudnyttelse – kan opfyldes.

Forskningsindsatsen i de senere år har derfor især været koncentreret om fodringsforsøg, der kunne fastlægge det nøjagtige behov for de en-

kelte essentielle aminosyrer. Dette behov kan angives på mange forskellige måder (g aminosyre/dag, g aminosyre/kg foder, g aminosyre/FE_s, g aminosyre/kg råprotein o.s.v.). Da det er det rette forhold mellem tilgængelige aminosyrer og tilgængelig energi, der er afgørende for en optimal udnyttelse, bør behovet imidlertid angives som mængden af fordøjelige aminosyrer pr. fordøjelig eller omsættelig energienhed. I international sammenhæng angives behovet derfor bedst som g fordøjelige aminosyrer/MJ DE (digestible energi = fordøjelig energi). Dette kan omregnes til g/FE_s.

Mælkens indhold af energi og essentielle ernæringsfaktorer må forventes at svare til en optimal

sammensætning for helt unge dyr (specielt på fravænningsstidspunktet, der altid er meget tidlig i den normale produktion). Et godt skøn for aminosyrebehovet til grise ved fravæning, vil derfor være somælkenes indhold af aminosyrer i forhold til energiindholdet. Det kan antages, at såvel aminosyrerne som energien er næsten 100% fordøjelig.

I denne meddelelse redegøres for somælkenes indhold af aminosyrer og energi, og resultaterne sammenlignes med såvel udenlandske angivne behov, som de danske normer for smågrisefoderets indhold af essentielle aminosyrer.

Materialer og metoder

En samleprøve med mælk fra 3 søer, der havde faret 12-14 dage før prøveudtagningen, blev analyseret for kvælstof, energi og aminosyrer med Centrallaboratoriets standardmetoder.

Til belysning af variationen i aminosyresammensætningen blev endvidere anvendt et datamateriale fra et tidligere forsøg. (Meddelelse nr. 229 fra Statens Husdyrbrugsforsøg). Materialet omfattede kvælstof- og aminosyreanalyser af 32 mælkeprøver fra 8 søer (2 × 4 kuldsøskende), der blev fodret med 4 forskellige foderblandinger gennem 4 laktationer. Eventuelle forskelle i aminosyresammensætningen på grund af forskellig afstamning, fodring eller laktationsnummer blev testet ved en variansanalyse.

Til sammenligning mellem danske og udenlandske angivelser er 1 foderenhed for svin (FE_s) beregnet ud fra formlerne:

$$1 \text{ FE}_s = 7,72 \text{ MJ nettoenergi}$$

nettoenergi = $0,75 \times \text{omsættelig energi} \div 1,88$.
Herved fås, at $1 \text{ FE}_s = 12,8 \text{ MJ omsættelig energi}$.
Det antages, at al energien i mælk er omsættelig.

Resultater og diskussion

Aminosyreindholdet i en samleprøve fra 3 søer fremgår af tabel 1. Indholdet af de enkelte aminosyrer er angivet i forhold til tørstof, råprotein, bruttoenergi (i MJ) og FE_s.

Aminosyresammensætningen (g/kg råprotein) i mælken fra det tidligere forsøg med 8 søer var ikke signifikant påvirket af hverken afstamning, fodring eller laktationsnummer. Gennemsnittet og standardafvigelsen for de 32 analyser fremgår

Tabel 1. Aminosyreindholdet i somælk

	g/kg tørstof	g/kg råprotein ¹⁾	g/MJ ²⁾	g/FE _s
<i>Essentielle:</i>				
Lysin	20.4	75	0.82	10.5
Methionin	5.2	19	0.21	2.7
Cystin	3.9	14	0.16	2.0
Threonin	10.9	40	0.44	5.6
Tryptofan	3.3	12	0.14	1.7
Isoleucin	11.9	44	0.48	6.1
Leucin	22.8	84	0.92	11.8
Histidin	7.2	26	0.29	3.7
Fenylalanin	10.9	40	0.44	5.6
Tyrosin	11.5	42	0.47	6.0
Valin	14.9	55	0.60	7.7
<i>Ikke-essentielle:</i>				
Arginin	12.7	47	0.52	6.6
Alanin	9.4	35	0.38	4.9
Asparaginsyre	21.4	79	0.87	11.1
Glutaminsyre	56.2	206	2.27	29.0
Glycin	7.9	29	0.32	4.1
Prolin	29.3	107	1.18	15.1
Serin	14.6	54	0.59	7.5

¹⁾ Mælkenes kvælstofindhold blev bestemt til 43,6 g/kg tørstof, svarende til 272,5 g råprotein/kg tørstof.

²⁾ Mælkenes energiindhold blev bestemt til 24,75 MJ/kg tørstof.

af tabel 2. Sammensætningen er forholdsvis konstant i de 32 prøver og gennemsnittet svarer til såvel den analyserede samleprøve som til sammensætningen angivet af ARC (1981). Af tabel 2 fremgår det endvidere, at sammensætningen i mælken i de fleste tilfælde svarer meget nøje til sammensætningen af de aflejrede aminosyrer under væksten. Det er karakteristisk, at overensstemmelsen er meget større for de essentielle aminosyrer end for de ikke-essentielle.

De fundne forskelle er i de fleste tilfælde umiddelbart forklarlige: Histidin er speciel ved, at kroppen kan opbygge et depot af denne aminosyre; tyrosin er byggesten for væksthormonet tyroxin, hvoraf der er et konstant forbrug; glutaminsyre fungerer som en væsentlig energikilde til tarmvævet (den overskydende aminogruppe kan f.eks. anvendes til dannelse af andre ikke-essentielle aminosyrer – bl.a. alanin og glycin, hvoraf der er forholdsvis lidt i mælk); prolin anvendes også til dannelse af hydroxyprolin, der ikke er analyseret og næppe findes i mælk men er rigt repræsenteret i bindevæv.

Tabel 2. Aminosyresammensætningen i somælk og aflejret protein (g/kg råprotein)

	Somælk			Aflejret protein ⁴⁾
	A ¹⁾	B ²⁾	C ³⁾	
<i>Essentielle:</i>				
Lysin	71 ± 4	75	76	69
Methionin	18 ± 2	19	17	19
Cystin	13 ± 2	14	16	10
Threonin	39 ± 2	40	42	38
Tryptofan	-	12	13	-
Isoleucin	41 ± 4	44	41	40
Leucin	81 ± 3	84	86	77
Histidin	25 ± 3	26	28	32
Fenylalanin	39 ± 3	40	40	37
Tyrosin	42 ± 2	42	45	28
Valin	54 ± 4	55	54	51
<i>Ikke essentielle:</i>				
Arginin	44 ± 3	47	-	65
Alanin	34 ± 2	35	-	65
Asparaginsyre	79 ± 3	79	-	87
Glutaminsyre	212 ± 10	206	-	136
Glycin	31 ± 2	29	-	83
Prolin	103 ± 6	107	-	60
Serin	47 ± 3	54	-	42

- 1) Gennemsnit og standardafvigelse af 32 mælkeprøver
- 2) Samleprøver fra 3 søer
- 3) Agricultural Research Council, London (1981)
- 4) Ved tilvækst fra 20-90 kg (Meddelelse nr. 701 fra Statens Husdyrbrugsforsøg)

Den konstante aminosyresammensætning i mælk og den nære relation til sammensætningen i aflejrede aminosyrer understreger, at balancen i behovet må være tæt på mælkens indhold. Sammensætningen af essentielle aminosyrer (g/kg råprotein) i det analyserede mælk svarer da også nogenlunde til de angivne behov fra ARC (1981), hvorimod angivne behov fra NRC (1979) er betydeligt lavere (tabel 3). Ved gennemgang af litteraturen er det endvidere klart, at der er en betydelig variation i de målte behov, afhængig af fravæningsalder, foder, fodringsbetingelser og forsøgsmetoder iøvrigt. En vurdering af aminosyrebehovet for smågrise på grundlag af mælkens indhold, synes derfor at være et godt supplement til de mange fodrings- og fordøjelighedsforsøg, der har været udført.

Behovet for de enkelte essentielle aminosyrer bliver også undertiden anskuet i relation til lysinbehovet, ud fra den antagelse, at lysin er den vigtigste af de essentielle aminosyrer, og at behovet for de øvrige aminosyrer igennem vækstperioden er nogenlunde konstant i forhold til lysin. På grundlag af resultaterne fra tilvækstforsøg og analyser af sammensætningen i væv fra grise på forskellige alderstrin har ARC (1981) foreslået en ideel sammensætning af de essentielle aminosyrer i foder til grise (såkaldt idealprotein). Det fremgår af tabel 4, at indholdet i det foreslåede idealprotein er relativt højt for cystin + methionin, threonin og tryptofan, men relativt lavt for

Tabel 3. Behov for essentielle aminosyrer (g/kg råprotein) til smågrise

	NRC (1979) ¹⁾	ARC (1981) ²⁾	Low (1981) ³⁾	Wang & Fuller (1987) ⁴⁾
Lysin	45	70	82	65
Methionin+cystin	27	35	60	41
Threonin	28	42	42	47
Tryptofan	8	10	-	12
Isoleucin	31	38	39	39
Leucin	37	70	72	72
Histidin	11	23	32	-
Phenylalanin+tyrosin	44	67	65	78
Valin	31	49	41	49

- 1) Nutrient Requirement of Swine, National Academy of Sciences Washington D.C.
- 2) Agricultural Research Council, London.
- 3) Citeret fra ARC (1981).
- 4) British Society of Animal Production, Winter Meeting (1987).

tigste af de essentielle aminosyrer, og at behovet for de øvrige aminosyrer igennem vækstperioden er nogenlunde konstant i forhold til lysin. På grundlag af resultaterne fra tilvækstforsøg og analyser af sammensætningen i væv fra grise på forskellige alderstrin har ARC (1981) foreslået en ideel sammensætning af de essentielle aminosyrer i foder til grise (såkaldt idealprotein). Det fremgår af tabel 4, at indholdet i det foreslåede idealprotein er relativt højt for cystin + methionin, threonin og tryptofan, men relativt lavt for

Tabel 4. Indholdet af essentielle aminosyrer (relativt til lysin) i somælk sammenlignet med »idealprotein«, grisevæv og aflejret protein

	Somælk		»Idealprotein« ³⁾	Grisevæv ⁴⁾ (20 kg)	Aflejret protein ⁴⁾ (20-90 kg)
	A ¹⁾	B ²⁾			
Lysin	100	100	100	100	100
Methionin+cystin	44	43	50	47	47
Threonin	53	55	57	56	55
Tryptofan	16	-	20	-	-
Isoleucin	59	58	55	56	58
Leucin	112	114	100	108	112
Histidin	35	35	35	41	46
Fenylalanin+					
Tyrosin	109	114	100	99	95
Valin	73	76	70	77	74

- 1) Samleprøve fra 3 søer.
- 2) Gennemsnit af 32 mælkeprøver.
- 3) ARC (1981).
- 4) Beregnet ud fra Meddelelse nr. 701 fra Statens Husdyrbrugsforsøg.

leucin og valin sammenlignet med såvel mælkeprotein som aflejret protein. Desuden er det relativt lavt for fenyalanin + tyrosin sammenlignet med mælkeprotein.

Somælkens indhold af essentielle aminosyrer i forhold til den udnyttelige energi (udtrykt som FE_s) er sammenlignet med de danske normer for fordøjelige aminosyrer i foder til smågrise (tabel 5). De danske normer tager højde for, at grisene har et jævnt faldende behov for protein i forhold til energibehovet, da det antages at aminosyresammensætningen i det tilførte protein skal være konstant. Det fremgår af tabel 5, at for 2 uger gamle grise svarer normen for lysin præcist til mælkens indhold. For methionin + cystin, threonin og isoleucin er normerne højere, mens de er lavere for alle de øvrige essentielle aminosyrer.

I de nyeste danske normer medtages imidlertid ikke alle essentielle aminosyrer, idet det antages, at når behovet for de mest begrænsende aminosyrer (lysin, methionin + cystin og threonin) er op-

fyldt, vil de øvrige essentielle aminosyrer altid være i overskud i normale foderblandinger. Såfremt mælkens indhold af essentielle aminosyrer rent faktisk afspejler behovet ved optimale fodringsbetingelser, vil denne antagelse ikke altid være korrekt. Dette kan især blive tilfældet, hvis foderblandningernes sammensætning ændres, dels ved tilsætning af større mængder af nogle få syntetiske aminosyrer, dels ved anvendelse af nye kornmutanter med en bedre aminosyresammensætning. Disse ændringer vil imidlertid kunne give bedre foderblandinger, idet overskuddet af mange aminosyrer i normale foderblandinger giver anledning til et betydeligt overskud af fordøjeligt protein (kvælstof). Dette er uheldigt af flere grunde, idet højt proteinindhold i foderet fremmer risikoen for diarré hos smågrise, og øget absorption af protein øger såvel stofskiftet som behovet for udskillelse af kvælstof (efter en energi-krævende indbygning i urinstof). Begge dele nedsætter energiudnyttelsen.

En anden karakteristisk forskel mellem sammensætningen af mælk og almindelige smågriseblandinger er, at indholdet af fordøjelig energi i tørstoffet er væsentligt højere i mælk (ca. 25 MJ/kg) end i blandingerne (ca. 18 MJ/kg). En øget energikoncentration vil normalt kunne øge den daglige energioptagelse. Eftersom potentialet for proteinopbygningen er afhængig af energitilførslen, kan det således forventes, at en øget energikoncentration i foderet (f.eks. øget tilsætning af fedt) vil øge proteinaflejringen og tilvæksten hos smågrise. Med et korrekt afbalanceret foder vil dette formentlig kunne opnås uden en uønsket forøgelse af fedtaflejringen i forhold til proteinaflejringen. Dette må dog undersøges nærmere ved fodringsforsøg.

Tabel 5. Indholdet af essentielle aminosyrer (g/FE_s) i sømælk sammenlignet med danske normer for fordøjelige essentielle aminosyrer i foder til smågrise

	Mælk	Danske normer ¹⁾		
		2 uger	4 uger	6 uger
Lysin	10.5	10.5	10.0	9.4
Methionin + cystin . .	4.7	5.8	5.6	5.4
Threonin	5.6	6.0	5.7	5.5
Tryptofan	1.7	1.5	1.3	1.2
Isoleucin	6.1	6.9	6.5	6.1
Leucin	11.8	10.6	10.0	9.4
Histidin	3.7	3.5	3.3	3.0
Fenyalanin + tyrosin .	11.6	9.7	9.2	8.6
Valin	7.7	7.2	6.7	6.2

¹⁾ Modifieret efter Håndbog for svinehold 1986-87 (LIK) og Næringsstofnormer, 1985 (Landsudvalget for svin).