



### Omregningsfaktorer fra kvælstof til essentielle aminosyrer i foderstoffer

*Sigurd Boisen og Steen Bech-Andersen*

*Centrallaboratoriet*

*Bjørn O. Eggum*

*Afdelingen for dyrefysiologi og biokemi*

Koncentrationen af kvælstof (Kjeldahl-N) og aminosyrer blev bestemt i syv almindelige foderstoffer (skummetmælkspulver, byg, græsmel, soyaskrå, fiskemel, ærter samt kød- og benmel). På grundlag heraf blev omregningsfaktorerne fra kvælstof til de enkelte essentielle aminosyrer beregnet. Der blev konstateret en betydelig variation i omregningsfaktoren for den enkelte aminosyre imellem de forskellige fodertyper, men inden for samme foderstof var faktoren rimelig konstant (variationskoefficienten var sjældent over 10). For byg synes faktorerne at kunne bestemmes med meget stor nøjagtighed (variationskoefficienten varierede fra 2-6 for de forskellige essentielle aminosyrer).

#### Indledning

I Meddelelse nr. 667 fra Statens Husdyrbrugsforsøg blev det påvist, at anvendelsen af en generel omregningsfaktor på 6,25 fra kvælstof (total-N eller rettere Kjeldahl-N) til protein giver en systematisk fejl i de forskellige foderstoftyper og kan medføre en overvurdering af det faktiske proteinindhold på op til 40%. Det blev endvidere fremhævet, at et nøjagtigt mål for proteinindholdet ikke er tilstrækkeligt, da aminosyresammensætningen også skal være korrekt, således at det kan sikres, at alle de essentielle aminosyrer bliver tilført husdyrene i tilstrækkelig mængde.

I praksis er det ikke muligt at analysere det enkelte foderstofparti for indholdet af de essentielle aminosyrer, da det både er for dyrt og for tidskrævende, og der er derfor behov for en metode til hurtigt og rimeligt sikkert at bestemme aminosyreindholdet.

Ud fra det kendskab vi i dag har til foderstofferne aminosyreindhold kan følgende fastslås:

1. Aminosyresammensætningen varierer betydeligt i de forskellige typer af foderstoffer.
2. Aminosyresammensætningen er forholdsvis konstant i forskellige partier af samme foderstofstype.

På grundlag heraf kan det forventes, at det bedste mål, man kan få for indholdet af de enkelte essentielle aminosyrer i et bestemt foderstof – uden at skulle lave en direkte aminosyrebestemmelse – må være at beregne det ud fra kvælstofindholdet og en individuel faktor, der både afhænger af aminosyre og foderstofftype. Herved vil man ganske vist få mange forskellige faktorer at skulle operere med, men det skulle dog være muligt at håndtere i praksis, specielt i forbindelse med den moderne fremstilling af foderblandinger, hvor der anvendes EDB.

I denne meddelelse redegøres der for nogle indledende undersøgelser over muligheden for at anvende individuelle omregningsfaktorer fra kvælstof til de enkelte essentielle aminosyrer.

### Materialer og metoder

De analyserede foderstoffer (skummetmælkspulver, byg, græsmel, soyaskrå, askefattigt fiskemel, ærter, samt askerigt kød- og benmel) var alle almindelige handelsvarer uden nærmere karakterisering.

Indholdet af kvælstof og aminosyrer blev bestemt i 5 forskellige partier af hvert foderstof. Kvælstofanalyserne blev udført på Kjelfoss-apparatur, medens aminosyreanalyserne blev udført på en LKB-aminosyreanalysator.

De undersøgte foderstoffer var identiske med dem, der indgik i den tidligere undersøgelse over omregningsfaktorer fra kvælstof til protein (tabel

8 i Meddelelse nr. 667). Det anvendte talmateriale er ligeledes identisk med det, der lå til grund for den tidligere undersøgelse.

### Resultater og diskussion

Tabel 1 viser indholdet af kvælstof (Kjeldahl-N) og essentielle aminosyrer i de undersøgte foderstoffer. Tallene er gennemsnittet fra 5 partier af hvert foderstof. På grundlag af disse værdier blev omregningsfaktorerne fra kvælstof til de enkelte aminosyrer beregnet (tabel 2). Det fremgår heraf, at omregningsfaktoren som forventet varierer betydeligt for de fleste aminosyrer. Dette gælder bl.a. faktoren for lysin, medens f.eks. faktoren for threonin er mere konstant. Inden for samme foderstof var omregningsfaktoren generelt meget konstant i de forskellige partier. Den procentiske afvigelse (variationskoefficienten) på gennemsnitsværdierne var sjældent over 5–10% (tabel 3). Da denne usikkerhed ikke er meget større, end hvad man kan forvente som summen af usikkerheden på analyserne af kvælstof og aminosyreanalyserne, synes det i mange tilfælde at være rimeligt, at beregne de essentielle aminosyrer direkte på grundlag af kvælstofindholdet og en omregningsfaktor.

Af variationskoefficienterne fremgår det, at visse aminosyrer har en særlig stor variation i nogle af de undersøgte foderstoffer. Det gælder især for cystin i fiskemel og kød- og benmel, samt histidin i fiskemel. Tryptofan har generelt en stor

**Tabel 1. Indholdet af Kjeldahl-N og essentielle aminosyrer (g/kg tørstof) i 7 forskellige foderstoffer**

Aminosyre	Skummetmælkspulver	Byg	Græsmel	Soyaskrå	Fiskemel	Ærter	Kød- og Benmel
Kjeldahl-N	62.5	21.3	30.1	79.3	123.0	37.2	76.1
Lysin	29.9	4.6	7.9	30.7	58.7	16.5	21.3
Methionin	9.8	2.2	2.8	7.2	21.9	2.4	5.3
Cystin	3.0	2.8	1.9	7.4	6.9	3.5	4.5
Threonin	16.7	4.4	7.3	19.2	30.7	8.8	13.7
Tryptofan	7.4	1.6	2.1	7.5	6.4	2.8	3.0
Isoleucin	21.2	4.9	7.5	23.2	33.9	10.0	12.2
Leucin	39.9	9.4	12.9	38.7	57.1	16.8	25.9
Histidin	11.1	2.8	3.6	12.6	14.2	5.7	6.8
Fenylalanin	18.7	7.0	8.1	24.8	27.1	10.5	13.7
Tyrosin	19.4	4.1	5.7	18.8	20.4	7.8	9.9
Valin	26.0	6.7	9.3	24.6	38.7	11.4	18.3

**Tabel 2. Omregningsfaktorer fra Kjeldahl-N til essentielle aminosyrer(g aminosyrer/g N)**

Aminosyre	Skummetmælkspulver	Byg	Græsmel	Soyaskrå	Fiskemel	Ærter	Kød- og Benmel
Lysin	0.48	0.22	0.26	0.39	0.48	0.44	0.32
Methionin	0.16	0.11	0.09	0.09	0.18	0.06	0.09
Cystin	0.05	0.13	0.06	0.10	0.06	0.09	0.08
Threonin	0.26	0.21	0.24	0.24	0.25	0.23	0.22
Tryptofan	0.13	0.07	0.08	0.10	0.04	0.08	0.05
Isoleucin	0.34	0.23	0.25	0.30	0.28	0.26	0.19
Leucin	0.64	0.44	0.43	0.48	0.47	0.44	0.41
Histidin	0.18	0.13	0.11	0.16	0.11	0.15	0.11
Fenylalanin	0.30	0.33	0.27	0.31	0.22	0.28	0.21
Tyrosin	0.31	0.19	0.19	0.24	0.17	0.21	0.15
Valin	0.42	0.31	0.31	0.31	0.31	0.30	0.29
Essentielle-aminosyrer	3.27	2.37	2.29	2.72	2.57	2.54	1.77
Protein <sup>1</sup>	5.74	5.26	4.34	5.43	4.80	5.17	4.74

<sup>1</sup>Se tabel 8 i Meddelelse nr. 667 fra Statens Husdyrbrugsforsøg.

variationskoefficient, hvilket formentlig især skyldes de lave værdier kombineret med en forholdsvis stor analyseusikkerhed for denne aminosyre. Græsmel og kød- og benmel er de foderstoffer, hvor der synes at være den største generelle variation i alle essentielle aminosyrer. Da udnyttelsesgraden af aminosyrerne i disse proteinkilder normalt er meget lav (under 50%) – og stærkt varierende i forskellige partier og under forskellige fodringsbetingelser – vil beregningen af for-

døjelige aminosyrer fra disse proteinkilder dog også ud fra en direkte bestemmelse være forbundet med stor usikkerhed.

Tabel 3 viser også variationskoefficienten på gennemsnitsværdien for koncentrationen af de enkelte essentielle aminosyrer i de 5 undersøgte partier, og det fremgår heraf, at disse i mange tilfælde ikke er større end for omregningsfaktorerne. Dette antyder, at indholdet af de essentielle aminosyrer ofte kan beregnes med lige så stor sik-

**Tabel 3. Variationskoefficienten på omregningsfaktoren (a) og på koncentrationen (b) af de enkelte essentielle aminosyrer, samt på kvælstofkoncentrationen**

Aminosyrer	Skummetmælkspulver		Byg		Græsmel		Soyaskrå		Fiskemel		Ærter		Kød- og benmel	
	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b	a	b
Lysin	9	9	4	10	9	15	4	3	7	7	2	9	6	8
Methionin	11	11	3	11	9	9	6	9	5	7	6	4	11	9
Cystin	8	9	5	12	9	4	5	5	16	20	7	2	28	32
Threonin	5	7	3	11	8	13	3	2	1	3	5	5	7	12
Tryptofan <sup>1</sup>	15	17	–	–	–	–	–	–	17	41	–	–	34	36
Isoleucin	5	7	3	11	7	14	5	5	2	4	4	4	8	13
Leucin	5	6	2	11	9	13	4	4	2	3	1	6	9	14
Histidin	2	2	3	11	14	18	5	3	13	14	4	4	8	9
Fenylalanin	6	8	6	14	8	11	5	5	8	10	3	4	5	7
Tyrosin	6	6	4	14	16	16	6	5	6	8	3	5	9	15
Valin	3	6	3	10	10	16	5	5	1	3	1	5	9	13
Kvælstof		2		11		9		3		2		10		5

<sup>1</sup>Variationskoefficienten er ikke beregnet i alle tilfælde, da tryptofan ikke er bestemt i alle undersøgte prøver.

kerhed ud fra tabelværdier over foderstoffernes aminosyresammensætning (f.eks. angivet som g/kg tørstof), og at man således ikke behøver at lave en kvælstofbestemmelse. En væsentlig del af forklaringen er dog uden tvivl, at variationen i kvælstofindholdet i de undersøgte partier har været forholdsvis lille (tabel 3).

Yderligere undersøgelser er derfor påkrævet for at fastslå, i hvilke foderstoffer man med fordel kan bestemme indholdet af essentielle aminosyrer på grundlag af kvælstofindholdet. Det frem-

går af tabel 3, at byg er det af de undersøgte foderstoffer, der har den største variation i kvælstofindholdet og helt klart er det foderstof, hvor anvendelse af en omregningsfaktor fra N til essentielle aminosyrer vil kunne benyttes med størst fordel. Da det kan forventes, at noget tilsvarende vil gælde for de øvrige kornarter og andre vegetabiliske foderstoffer med tilstrækkelig stor variation i kvælstofkoncentrationen, vil dette blive undersøgt nærmere, og resultaterne fra disse undersøgelser vil fremgå af en kommende meddelelse.