

Ernæring og proteinomsætning

OPGAVER - hvad skal jeg vide noget om):

- Hvad er en (sem)essentiell aminosyre? Hvorved adskiller vegetabiliske og animalske proteiner sig? Hvordan er aminosyreomsættelsen af mikrobiel syntese af protein? Hvordan kan proteintets opgørelse som foder vurderes?
- Hvordan ville du måle et voksende dyrs proteinbehov til "nædigehed" (= endogen proteinudskillelse)? Hvilke faktorer påvirker mængden af endogen protein (urin)? Hvilke faktorer påvirker udskillelsen af endogen protein i fæces?
- Hvorfor er begrebet "essentielle aminosyre" vigtigt i ernæringen af enmavede, men mindre væsentligt i ernæringen af drøvtyggere? Forklar begrebet "Biologisk værd" af et protein. Hvorfor er den biologiske værdi høj (= 80-100%) for animalsk protein, mens den er lav for protein i vegetabilisk foder (= 30-70%)?
- Hvad kan der gøres, hvis et foders indhold af aminosyre ikke har den korrekte balance?
- Hvad er den "sænde fordøjelighed" af et protein til enmavede? Er den mere "sænde" end den "tilsyneladende" fordøjelighed? Hvordan kan de 2 værdier suppleres hinanden i vurderingen af proteinværdi? Hvad er "ileum-fordøjelighed" af protein, og hvorfor er denne værdi interessant i forbindelse med proteinvurdering til enmavede?
- Hvorfor er det ganske kompliceret at vurdere et proteins kvalitet til drøvtyggere? Hvilke faktorer bestemmer om proteintets opløselighed i vommen er høj eller lav? Hvilke faktorer over stor indflydelse på den mikrobielle proteintilvækst? Sammenlign og diskutér forskellige fodermidlers PBV og AAT værdier. Hvorfor mon fibertilæmning til foderet kan mindske blodets ureakoncentration hos katte?

Hvad er protein? (McDonald)

GLOBULINER:

- Albuminer: opløselige i vand
- Globuliner: opløselige i neutrale salt opl.
- Gluteliner: opløselige i svage syrer/baser
- Prolaminer: ethanol opløselige
- Histoner: opløselige i vand
- Prolaminer: opløselige i vand

FIBROSE:

- Elastin
- Collagen
- Keratin

Alle vand-uopløselige, tungfordøjelige

KONJUGEREDE:

- Lipoproteiner
- Glycoproteiner

N-indhold afhænger af proteinets sammensætning (råprotein - N x 6.25)

Bomuldsfrø	5,30
Sojabønner	5,71
Byg	5,83
Majs	6,25
Havre	5,83
Hvede	5,83
Æg	6,25
Kød	6,25
Mælk	6,38

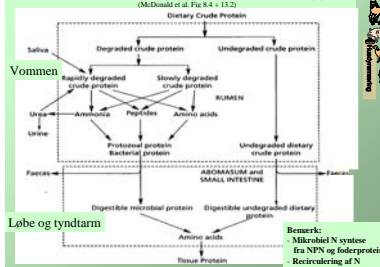
Essentielle og ikke-essentielle aminosyrer:

Essential amino acids (EAA) Non ess. amino acids (NEAA)

- | | |
|-----------------------------|----------------|
| Valine | Alanine |
| Histidine | Asparagine |
| Isoleucine | Serine |
| Leucine | Aspartate |
| Lysine | Glutamate |
| Methionine | Glutamine |
| Phenylalanine | Tyrosine |
| Threonine | Proline |
| Tryptophan | Hydroxyproline |
| (Glycine - chicken) | Hydroxyllysine |
| (Taurine - cats) | |
| (Cysteine - Met. dep.) | |
| (Arginine - dogs/cats/rats) | |

*F. gr. af mikrobiel proteintilvækst har drøvtyggere normalt ikke behov for tilførsel af EAA
- Enkelte AA er kun essentielle for visse arter

Fordøjelse/omsætning af protein hos drøvtyggere

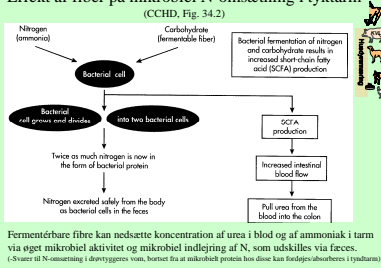


Mål for protein-fordøjelighed hos drøvtyggere (DK):

Foderproteinets opløselighed er mål for den andel af protein, der bliver nedbrudt i vommen, og dermed kun kan udnyttes af vombakterier. Hvis der opløses mere protein end bakterierne kan fikse (ca. 110g/FE) mistes dette som ammoniak (urinstof). Lav protein-opløselighed for kornfoder. Høj opløselighed for græsfor. Protein - balancen (overskuddet) i vommen (PBV): PBV = over-/underskud rel. til mikrobiel kapacitet PBV (g/kg ts.) = råprotein x nedbrydningsgrad - mikrobiel proteinproduktion

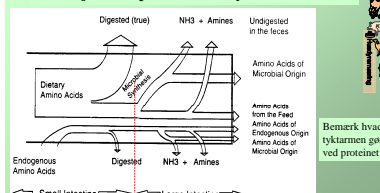
Aminosyrer absorberet i tyndtarmen (AAT): AAT = mængde aminosyrer til rådighed for absorption i tyndtarm

Effekt af fiber på mikrobiel N-omsætning i tyktarm



Fermenterbare fibre kan nedsætte koncentration af urea i blod og af ammoniak i tarm via øget mikrobiel aktivitet og mikrobiel indlejring af N, som udskilles via fæces.
(Sauer af N-omsætning i drøvtyggere vom, baseret fra at mikrobiel protein hos disse kan fordøjes/absorberes i tyndtarm)

Fordøjelsen af protein/aminosyrer i enmavede:



Vurdering af proteinets kvalitet hos svin:

- Mængde (g/kg) af tilsyneladende (evt. ileum-)fordøjeligt råprotein
- Mængde (g/kg) af tilsyneladende (evt. ileum-)fordøjeligt Lys, Met, Cys, Thr
- Nye principper er under udvikling. Se INFO-svin database (se KVL-nettet)

Proteinværdi-nøgletal for foder til enmavede:

Methods to Determine Protein Quality (CCHD Box 4.2)	
Chemical Score	Limiting amino acid in the test protein (%) / Particular amino acid in the reference protein (%)
Essential Amino Acid Index (EAAI)	Same amino acid in the test protein (%) / Same amino acid in the reference protein (%)
Total Essential Amino Acid Content (ET)	Summed for all essential amino acids
Protein Efficiency Ratio (PER)	Amount of nitrogen from essential amino acids in the protein source / Amount of total nitrogen in the protein source
Biological Value (BV)	Weight gained by animals (total g) / Protein consumed by animals (total g)
Net Protein Utilization (NPU)	Food nitrogen - fecal nitrogen / Food nitrogen - fecal nitrogen
	BV of protein x Digestibility of protein

Aminosyrefordeling og proteinkvalitet: (Chwallibog)

FODERMIDDEL	FISKEMEL	KØRSEEMEL	BYG	SOVABRÅ	BO (GRÆS)	KARTOFFEL	ÆG
TØRSTOF, %	32	91	85	87	84	24	25
PROTEIN, %	16	53	13	53	16	8	49
AF TØRSTOF							
AMINOSYRE, G/100 G:							
LYSIN	2.9	4.9	3.7	6.0	4.7	5.8	4.7
METHIONIN	2.8	3.2	1.8	1.6	1.3	1.3	3.0
ISOLEUCIN	4.8	2.5	3.7	4.5	3.4	3.0	5.8
TRYPHOFAN	1.2	1.3	1.3	1.3	1.0	1.1	1.5
PENTYLALANIN	5.2	3.1	4.9	5.2	3.6	3.6	4.7
ARGININ	5.8	3.2	3.4	7.2	3.9	5.3	4.2
THIAMIN	5.8	2.7	3.2	3.7	3.9	4.1	5.1
LEUCIN	7.9	5.2	7.1	7.5	5.7	4.7	4.9
VALIN	5.8	3.8	5.3	5.8	4.4	4.9	7.5
HISTIDIN	2.2	1.7	2.2	3.4	1.7	1.6	2.5
SFX	96.9	87.5	82.0	96.7	82.1	87.6	100.0
BV	75.1	48.1	71.8	62.0	35.8	53.5	88.3
NPU	74.4	42.3	58.9	56.2	34.6	49.9	85.5

SFK = Sand fordøjelighed
BV = Biologisk værdi
NPU = Nutritional protein utilization
= SFK x BV
Animalk protein = Stor fordøjelighed + højt udbytte

Organers proteinsyntese ved forskellig alder

(Reeds et al., Meat. Pig. Prod. Growth of the Pig - data fra ROFFER)

Age (days)	Protein synthesis (% day ⁻¹)			
	Leg muscles	Small intestine	Liver	Pancreas
5	32	50	95	100
10	24	60	105	150
16	26	60	72	150
21	24	95	100	230
28	18	110	120	300

Faldende proteinsyntese i muskler med alder
Enorm proteinsyntese i mave-tarmkanal, lever, og pankreas!

Organer/væv varierer m.h.t både relativ og total protein-syntese (gris, 44 kg)

	Protein content (g)	Fractional protein synthesis rate (%/d)	Protein synthesized (g/d)
Liver	211	19.7	41.6
Pancreas	21	81.7	17.2
Stomach	49	18.1	8.9
Small intestine	135	37.5	50.6
Caecum	8	42.1	3.4
Colon	54	30.8	16.6
Kidney	27	12.8	3.5
Skeletal muscle	2828	3.9	110.3
Heart	23	5.3	1.2
Skin	399	6.2	24.7

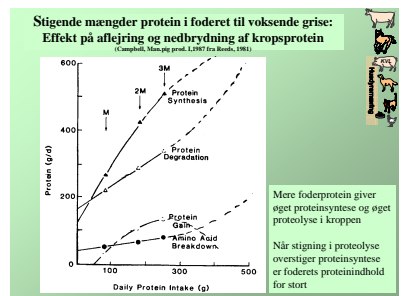
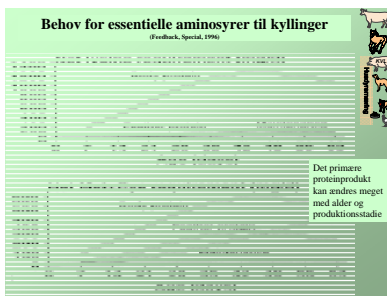
Stort indhold af protein i muskler - men relativt lille syntese
Relativt lille indhold af protein i lever → mave-tarm, men enorm syntese

Behov for aminosyrer til vedligehold og til vækst er ikke ens

Table 2. Estimates for the amino acid patterns (g/100gN) required for the maintenance of N equilibrium, for body protein accretion and for both at a normal rate of protein accretion. Data of Fuller et al. (1987a).

	Maintenance protein	Tissue accretion	Both
Lysine	2.4	6.8	6.4
Threonine	3.4	4.7	4.6
Methionine + cystine	3.6	3.6	3.6
Methionine	0.8	1.9	1.8
Isoleucine	1.1	4.3	4.0
Tryptophan	0.7	1.2	1.2
Leucine	1.7	7.8	7.2
Histidine	n.d.	n.d.	n.d.
Phenylalanine + tyrosine	3.0	8.4	7.9
Phenylalanine	1.5	4.1	3.9
Valine	1.3	5.2	4.8

Hurtigere vækst giver ændret aminosyre behov!

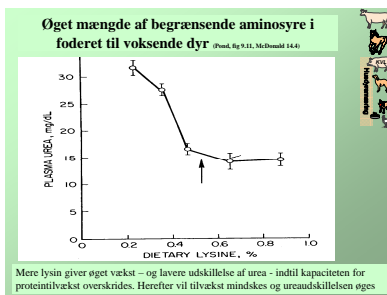


Effekt af foderprotein (total mængde, sammensætning) på proteinbalance

(Reeds, Growth of the Pig)

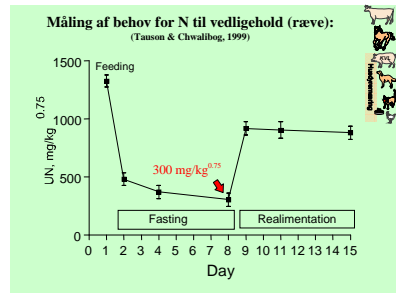
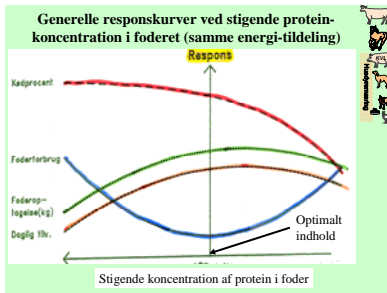
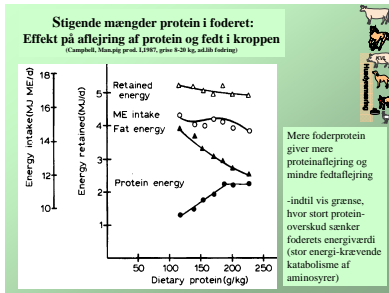
Diet	Protein balance (g protein day ⁻¹)	Protein synthesis (g protein day ⁻¹)	Protein degradation (g protein day ⁻¹)
Low protein	49	655	606
Low protein + lysine	104	637	533
High protein	128	706	578
High protein + lysine	117	757	640

Lidt protein i foder giver lav vækst. Dette kan i stort omfang kompenseres med tilsetning af essentielle aminosyrer. Meget protein i foder giver optimal (eller evt. nedsat) vækst. Tilsetning af essentielle aminosyrer forværrer situationen.



Effekt på proteinsyntese og -proteolyse i muskler:

Factors	Synthesis	Degradation
Hormones		
*Insulin	Increase	No change
*Glucocorticoids	Increase	Increase
*Thyroid hormone	Increase	Increase
*IGF	Increase	Increase
*Growth hormone	Increase	No change
Chemicals		
*Corticosteroids	Increase	Increase
*Anabolic steroids	Increase	Increase
*Androgens	Increase	No change
Nutrition		
*Feeding	Increase	No change
*Refueling	Increase	Increase
*Low energy diet	Increase	No change
*Low protein diet	Increase	Increase
*Recovery from malnutrition	Increase	Increase
*Low protein quality diet	Increase	Increase
*Protein supplements	Increase	Increase
Ketone bodies	Increase	No change
Physiological states		
*Growth	Increase	Increase
*Lactation	Increase	Increase
*Diuresis	Increase	No change
*Septis	Increase	Increase
*Malignancy	Increase	Increase
Burn	No change	Increase
Heart attack	Increase	Increase
Stroke	Increase	Increase
Work		
*Stretch	Increase	Increase
*Mechanical stimulation	Increase	Increase
*Compensatory work hypertrophy	Increase	Increase
Exercise training	No change	No change
Acute exercise	Increase	No change
Unloading	Increase	Increase
Denervation	Increase	Increase
Muscular dystrophy	Increase	Increase



Ernæring og proteinomsætning

OPGAVER –forslag til besvarelse:

1. De fleste lærebøger om aminosyrer. Essentielle aminosyrer (AE) anvendes i organismens aminosyre, men kan ikke syntetiseres af organismen selv (i tilstrækkelig omfang) og må derfor tilføres via foderet. De essentielle AE kan i nogle omfang syntetiseres endog i organismen men ikke i tilstrækkelig omfang. Vegetabiliske og animalske proteiner adskiller sig kraftigt ved proteinets struktur og sammensætning. Vegetabiliske proteiner er generelt mere komplekse og tyngere og har en sammensætning af aminosyrer, som ikke "matcher" så godt med behovene for den dyriske organisme, som det tilfældet for foderprotein af animalsk oprindelse. Proteinets kvalitet påvirkes af en række forskellige principper. De fleste lærebøger om proteinoptimering og forsøg at forstå baggrunden for principperne (Hervey II o.l.a. proteinets fordøjelighed samt dens sammensætning af aminosyrer).
2. 2 måder (se MD kap. 13, 14, 262 B.3.1) Foderforsøg hvor meget protein udskilles der i urinen under faste (= procentdel af vedligehold), og Foderforsøg: Proteinaflejringer som funktion af stigende mængder fedt i protein. Ekstrapoleringen af kurven tilbage til 0 punkt for proteinaflejringer. Sikring med ykkens repræsentanter protein til vedligehold i forhold til protein til udskillelse i urinen endog protein i feces. Disse mængder af protein afhænger af mængden af indtaget foder og kan bestemmes ved nogle få andre sammenhænge (se MD kap. 14). Den basale udskillelse af endog protein i urinen afhænger af dyrets og produktionsniveauet. Den mere metaboliske aktivitet betyder at der mere behov er for protein til basal metaboliske vedligehold. Kønsmæssige dyr har tendens til højere basale N behov i kroppen end pønsene og hebrene. Det basale endogene N i feces afhænger meget af foderet. Den mere tungfordøjelige det er, des mere behov er der for mikrobiel fermentering, mælkesyreproduktet og enzymaktivitet i fordøjelseskanalen – og dermed også mængden af endogent N som udskilles i feces.
3. Essentielle AE kan ikke syntetiseres af de andre aminosyrer (se lærebog). Disse må derfor tilføres v.h.a. foderet til ernæringsdyr, fordi ernæringsdyr i modstrid med de fleste dyr har en mikrobiel population i den tarm der er i nærheden af, som kan "syntetisere" forlængelse af protein i miltet protein med en mere optimal aminosyre sammensætning, end den som findes i vegetabiliske fødevarer. Et dogme vandt af gæret foderprotein repræsenterer, hvor store en procentdel af den absorberede mængde protein, som kan syntetiseres i aflejringer (v.h.a. absorberet protein, netto-proteinudskillelse via leveret). For animalske proteinkilder er sammensætningen af proteiner (især tynd rødme) mere optimal til animalsk produktion (hæd, mælk) end den er for proteinkilder af vegetabilisk oprindelse.

Ernæring og proteinomsætning

OPGAVER –forslag til besvarelse:

4. Der må suppleres med andre proteinkilder, eller der må tilføres foderet syntetiske aminosyrer. Den mere animalsk føde, der mere tyngt aminosyre sammensætningen den som dyrene har behov for. Men kan dog også ved at blande vegetabiliske fødevarer (passende alle til justeret indhold af aminosyrer) er det bliver acceptabelt. Forsøgene til det ikke enverdens primært animalsk protein (hvedeprotein) og hvedeprotein er mest økonomiske hensyn.
5. Mængden af "sanst fordøjelig" protein (=standardized digestibility, MD kap. 13) er et udtryk for den mængde af foderets protein som kan fordøjes i varsel henrykningen (i al er det af det protein, som ikke fordøjes (= protein i feces) i virkeligheden ikke stammer fra foderet, men fra dyret selv (= endogent protein i feces). Den anden fordøjelighed er således normalt mere store end den tilsvarende fordøjelighed. Sammenhængen er dog ikke enlyd på grund af mikrobiens (= caecum-coli) vækstende medførelse af protein (til animalsk som aminosyrer). Den anden fordøjelighed kan give bedre indtryk af foderets kvalitet – og kan da individuelle foderammonier - nærløst værdi som procentdel af dyret. Omvendt er den tilsvarende fordøjelighed et godt udtryk for den "sanstede protein vækst" – særlig om optaget i feces holder fra urendret foderprotein eller af endogent protein.
6. Bedømmelse af vovmæssig proteinomsætning (MD kap. 13, 262). Proteinets optagelighed, energioptagelse, sammensætning af mikroflora, struktur, pH er faktorer, som er ved at blive undersøgt af minimums uret-udskillelse og -recycling. De foderindholdet for kvæg vedrørende forskellige foderammonier PSV og AAT. Foderets indhold af tungfordøjelige planter er vigtig for forplantningskvaliteten og mikrofloras sammensætning – særlig om der tages om en som for de tyngste eller om det kommer fra ernæringsdyr. Mikrobiel fermentering og optagelse af aminosyrene (i miltet protein), som absorberes i tyndtarmen hos drøvtyggere, og som udskilles med feces hos søende. Dette kan få klinisk betydning i forholdet, hvor flere mælk er ikke så aktive dyrets "kvalitet-balance" (urea-koncentration) – Taks, ved køds med trykproblemer – se CCHD Fig. 34.2)