

Baggrundsnotat til Teknologiblad for Reduceret tildeling af råprotein til malkekøer (AAT-PBV-teknologien)

Beskrivelse

Kvælstof (N), som malkekøer får tilført i foderet, bliver overordnet karakteriseret som råprotein, der består af forskellige N-forbindelser. I kvægfodringen beregner man indhold af råprotein i foderet ved at gange indholdet af N med faktoren 6,25. Råprotein i foderet forsyner malkekøerne med N til to vigtige omsætninger:

- N, der indgår i den mikrobielle omsætning i vommen.
- N, der indlejret i protein passerer unedbrudt til koens tyndtarm, hvor det bliver spaltet til aminosyrer og optaget.

Moderne proteinvurderingssystemer til drøvtyggere inkluderer, at der sker en stor mikrobiel omsætning af kvælstof i koens vom. Det er således ikke tilstrækkeligt at udtrykke forsyningen som en mængde af råprotein. Derfor beregner systemerne, hvor mange aminosyrer der bliver tilgængelige i tarmen fra "mikrobielt protein". Typisk stammer 60 % af aminosyrerne i koens tarm fra mikrobielt protein. De resterende 40 % af aminosyrerne stammer fra foderprotein, som er passeret unedbrudt gennem vommen. For at optimere den mikrobielle proteinsyntese bliver malkekøernes foder derfor beregnet, så der er en god balance mellem energi og kvælstof i vommen. Og samtidig bliver foderet beregnet, så forsyningen med aminosyrer til koens tarm dækker behovet. I det etablerede danske proteinvurderingssystem indgår derfor to centrale begreber:

- **AAT** = **A**minosyrer **A**bsorberet i **T**armen
- **PBV** = **P**rotein **B**alance i **V**ommen

AAT angiver forsyningen med aminosyrer fra koens tarm til stofskiftet. Det er aminosyrer, som koen bruger til mælkeproduktion, vedligeholdelse, tilvækst og foster. Aminosyrerne i tarmen stammer jf. ovenstående fra to kilder: Dels aminosyrer, som har passeret unedbrudt gennem koens vom, og dels aminosyrer, som stammer fra det mikrobielle protein fra koens vom. PBV angiver balancen mellem kvælstof og energi i koens vom og dermed betingelserne for den mikrobielle proteinforsyning. Kvælstof, som er tilgængeligt for mikroorganismene, tæller med i PBV, og som energi tæller kulhydrater (sukker, stivelse og NDF), der bliver forgæret i koens vom. En positiv værdi (PBV \geq 0) betyder, at mikroorganismernes forsyning med kvælstof dækker i forhold til den mængde energi, der er til rådighed. En negativ værdi (PBV $<$ 0) betyder, at mikroorganismene vil mangle kvælstof, og den mikrobielle proteinsyntese vil derfor falde. En høj positiv værdi af PBV betyder, at der er overskud af kvælstof i vommen. Det bliver hurtigt omdannet til ammoniak, som koen optager til blodet.

Foderets indhold af AAT og PBV

Basis for proteinvurdering af malkekøernes foder er at analysere foderemnerne (typisk grovfodermidlerne) – eller bruge tabelværdier for fodermidler med lille variation (typisk korn og indkøbt foder). Herefter bliver foderplanen beregnet ved at summere fodermidlernes værdi og stemme forholdet mellem fodermidler af i forhold til malkekoens behov.

Indholdet af AAT og PBV i fodermidlerne er især påvirket af fodermidlets indhold af råprotein, protei- nets nedbrydning i vommen og foderets indhold af fordøjelige kulhydrater. Alle foderemner, som bruges til danske malkekøer, er beskrevet med standardværdier for AAT og PBV i fodermiddeltabeller for kvæg. Værdierne er beregnet efter et standardsæt af beregninger, som er koordineret mellem laboratorier, foderstofleverandører og rådgivningssystem. Aktuelt sker beregningen af foderrationen især efter additive beregningsregler (FE-systemet). I fremtidens fodervurdering til kvæg (NorFor) tages der hensyn til samspillet mellem foderemner. Foderemner vil til den tid ikke længere være en konstant værdi, men en værdi, som afhænger af, i hvilken ration foderemnet indgår. Dette Teknologiblad er baseret på de additive principper i FE-systemet. Elementerne i FE-systemet er malkekøernes fodernormer for AAT og PBV (Strudsholm, et al., 1999) og beregningsreglerne for AAT og PBV i fodermidler (Møller et al., 2005). Tabel 1 viser eksempler på indholdet af AAT og PBV i forskellige foderemner i FE-systemet.

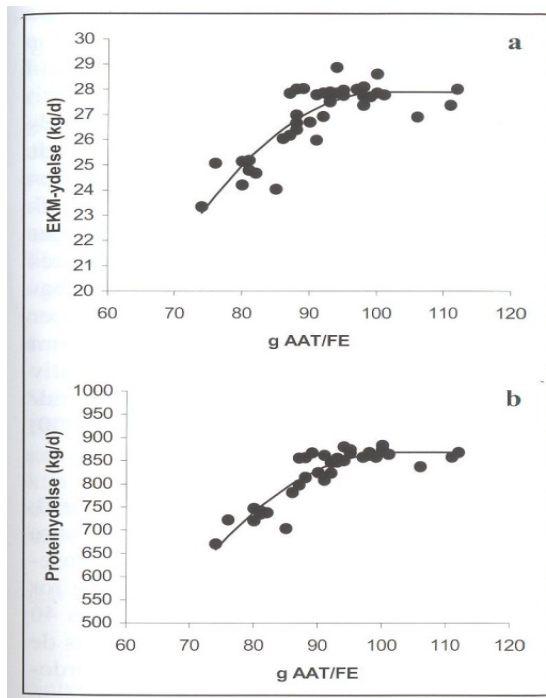
Tabel 1. Indhold af råprotein, AAT og PBV i aktuelle fodermidler til malkekøer (Dansk Kvæg, 2005).

Foderemne	Råprotein (% af tørstof)	Proteinnedbrydning i vommen	AAT (gram/kg tørstof)	PBV (gram/kg tørstof)
Sojaskrå	48,7	55	216	229
Rapskage	33,0	55	143	123
Byg	10,8	71	102	-46
Majsensilage	7,9	64	89	-67
Græsensilage	17,3	82	81	32
Frisk græs	17,8	71	82	42

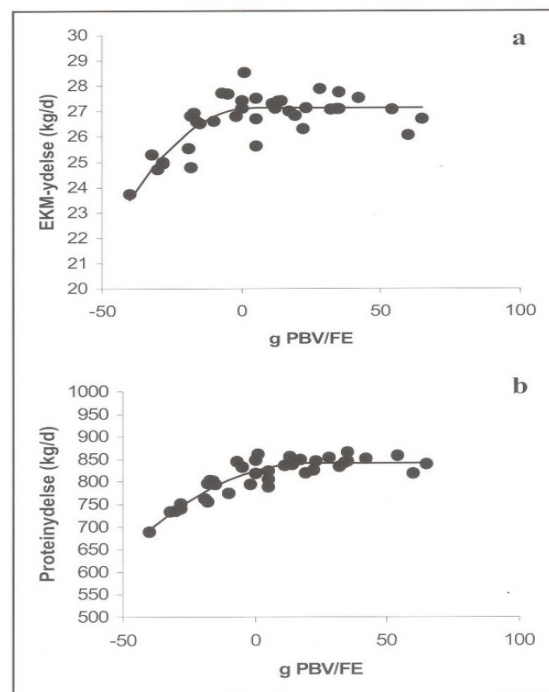
Fodermidlernes indhold af AAT og PBV kan bestemmes ud fra laboratorieanalyser af de kemiske fraktioner og beregnes herefter med brug af tabelværdier for de parametre, som ikke umiddelbart kan analyseres på laboratorier.

Malkekøers behov for AAT og PBV

Malkekøers behov for AAT og PBV er vist i figur 1 og 2, som på grundlag af en lang række danske forsøg viser sammenhængen mellem køernes forsyning med AAT og PBV og den målte effekt på EKM-ydelse (Energie Korrigeret Mælk) og proteinydelse.



Figur 1. Sammenhæng mellem ydelsesrespons og AAT i foderration (Madsen et al., 2003).



Figur 2. Sammenhæng mellem ydelsesrespons og PBV i foderration (Madsen et al., 2003).

På basis af forsøgsserierne præsenteret i figur 1 og figur 2 er de officielle danske normer fastsat til 0 gram PBV/FE og 90 gram AAT/FE. I forhold til de forsøgsmæssige normer er det normal praksis at indbygge en sikkerhedsmargin i den praktiske kvægfodring. Den margin tager højde for usikkerheder på bedrifterne vedrørende indhold af AAT og PBV i fodermidlerne, blande- og udfodringsnøjagtighed samt køernes sortering i fuldfoderet. Omsat til praktisk kvægfodring betyder det, at foderplaner i praksis som regel bliver lavet med mere AAT og PBV. På et datasæt fra 2008, som dækker 159 konventionelle besætninger, er indholdet af AAT på 101 gram per FE og PBV på 7 gram per FE (Dansk Kvæg, 2009).

Normerne for AAT og PBV i figur 1 og 2 gælder for højtydende malkekøer – typiske i den første halvdel af laktationen. Når køerne kommer et stykke ind i laktationen, falder behovet for både AAT og PBV. Det er illustreret i tabel 2, som opsummerer AAT og PBV-normerne, som de er gældende i FE-systemet og Bedriftsløsningen.

Tabel 2. Proteinnorm til køer i forhold til laktationstrin (Strudsholm et al., 1999).

Laktationsstadium	I alt FE pr. dag	Gram AAT pr. FE / pr. dag	Gram PBV pr. FE / pr. dag
Tidlig laktation	20	90 / 1800	0 / 0
<u>Senere i laktationen:</u>			
25 kg EKM, 0 g tilvækst	15,5	89 / 1380	-5 / -78
20 kg EKM, 500 gram tilvækst	15,5	83 / 1287	-10 / -155
15 kg EKM, 250 gram tilvækst	11,5	84 / 966	-15 / -173

Det ses af tabel 2, at AAT-normen falder, når mælkeydelse falder. Dermed reduceres proteinbehovet med faldende mælkeydelse. Samme princip gør sig gældende i NorFor og i de amerikanske normer (NRC, 2001). Der er således mulighed for at reducere køernes proteinforsyning, hvis man kan fodre gruppevis, f.eks. via holdopdeling eller via kraftfoderautomater.

Teknologi: Tilpasning af AAT/PBV-niveauet til malkekøernes behov

Tilpasning af AAT/PBV-niveauet tættere på normerne er en mulig teknologi til at reducere N-udskillelsen og dermed fordampningen af ammoniak. I forhold til produktionsfunktionerne og en antaget sikkerhedsmargin (+5 g AAT og +5 g PBV) er et AAT-niveau på 95 gram/FE og et PBV-niveau på 5 gram/FE de aktuelle niveauer. Der er ofte samspil mellem de to værdier, og slutresultatet af en lavere tildeling af AAT og/eller PBV bør udtrykkes i et mål for kvælstof - målt som "gram råprotein pr. FE" eller "gram råprotein pr. kg tørstof". AAT/PBV-teknologien kan bruges til at reducere indholdet af gram råprotein pr. FE fra det nuværende referenceniveau på 173 gram til 164 gram. I dette niveau (164 gram/FE) vil mælkeproduktion og sundhed ikke være påvirket negativt (Krohn, 1983). Referenceniveauet på 173 gram råprotein/FE er fastlagt på baggrund af normtal fra 2005 (Aaes, 2009).

Når man reducerer råprotein forsyningen via AAT/PBV-teknologien, er det relevant at vide, hvor god en sammenhæng der er mellem råprotein og AAT/PBV. For at afdække variationen mellem råprotein og AAT/PBV er der optimeret en del foderplaner, og flere af dem er inkluderet i tabel 3. Foderrationerne i tabel 3 er optimeret i forhold til standard normer/anbefalinger for tyggetid, fylde, stivelse, sukker, fordøjelige cellevægge og fedt, samt med den begrænsning, at AAT skal ligge mellem 94 og 96 gram/FE, og PBV skal ligge mellem 4 og 6 gram/FE. Dette er gjort, fordi det må formodes, at kvægbrugs- og miljøkonsulenter vil anvende Bedriftsløsning til at reducere og optimere proteinforsyningen, således at rationerne balancerer omkring 95 gram AAT og 5 gram PBV uden at overskride indholdet af råprotein på 164 gram/FE.

Rationerne, som er anvendt i tabel 3, er dels standardrationer med majs- og kløvergræsensilage og kraftfodermidler, dels rationer, hvori der indgår 2-3 FE mask (restprodukt) og/eller roer, dels rationer med byg- eller byg/ærte-helsæd samt rationer, hvor kraftfoder udelukkende består af råvarer såsom rapskager og korn. Det skal bemærkes, at rationer med afgræsning/frisk græs ikke indgår i tabel 3, men er omtalt i det specifikke afsnit om græsmarksbaserede rationer (side 8 – 10).

Tabel 3 viser på tværs af forskellige typer af rationer, at der ikke er den store variation i indholdet af råprotein, når AAT (94-96 gram/FE) og PBV (4-6 gram/FE) er fastlagt. Det betyder, at indholdet af råprotein i rationerne er ret konstant omkring 165 gram råprotein/FE (spredning: ±2) for ældre køer og 164 (spredning: ±1) for 1. kalvs køer, hvis rationen optimeres til 95 i AAT og 5 i PBV. Det vil sige på niveau med en ammoniakreduktion på 14 %, jf. afsnit om "Miljøpåvirkning".

Tabel 3. Sammenhæng mellem indholdet af råprotein og AAT/PBV i foderrationer til malkekøer. Forskellige foderemner er anvendt i optimeringen af rationerne, som er lavet i Bedriftsløsning til køer med en årsydelse på 9500 kg EKM.

Ration	Råprotein (gram/FE)		Råprotein (gram/TS)		AAT	PBV
	1.kalvs	Ældre	1. kalvs	Ældre	Ældre	Ældre
A	163	165	161	157	94	4
B	164	168	162	158	96	4
C	164	164	162	163	96	4
D	166	168	162	158	96	4
E	162	161	164	164	96	4
F	163	165	160	155	94	6
G	164	166	160	155	94	6
Gns	164	165	162	159	95	5
Min	162	161	160	155	94	4
Max	166	168	164	164	96	6

Sammenhængen mellem indholdet af råprotein og AAT/PBV kan også vurderes ved at fastholde indholdet af råprotein i forskellige rationer og sammenholde det med AAT- og PBV-niveauet. Beregninger viser, at AAT varierer mellem 97 og 102 gram/FE og PBV mellem 8-15 gram/FE, når indholdet af råprotein fastholdes på 173 gram råprotein/FE. Når råprotein fastholdes på 164 gram/FE, så varierer AAT mellem 93 og 97 gram/FE og BPV mellem 3-7 gram/FE (Nielsen, 2009). Dette bekræfter sammenhængen mellem råprotein og AAT/PBV.

Det skal bemærkes, at det kan medføre en "besværlig" arbejdsgang hos konsulentene, hvis der kontrolleres på indholdet af råprotein, idet Bedriftsløsning ikke kan håndtere optimeringer for råprotein men kun AAT og PBV (Martinussen, 2009). Med andre ord kan Bedriftsløsning ikke håndtere en optimering, som opfylder kravene til alle 3 variable i én arbejdsgang. Råprotein kan dog konsekvensberegnes i Bedriftsløsning.

Miljøpåvirkning

Tabel 4 og 5 viser beregningseksempler på, hvordan NH₃-emissionen reduceres som følge af mindre protein tildeling. Tabel 4 viser, at den estimerede NH₃-emission fra urin-N kan reduceres med 1,46 kg/årsko af tung race (14 %) ved at reducere indholdet af råprotein fra 173 (referenceniveauet) til 164 gram per FE. Reduktionen på 14 % gælder både for sengestalde med spaltegulv og for senge-stalde med gulv med 2 % hældning og skrabning hver 2. time, men i absolutte tal opnås dobbelt så stor reduktion i staldsystemer med spalter i forhold til fast gulv med skraber (1,46 vs. 0,73 kg, jf. tabel 4). En reduktion i protein forsyningen i staldsystemet med dybstrøelse (C) medfører en relativ reduktion på 10 % og en absolut reduktion på 0,93 kg NH₃/årsko for tung race. Reduktionen er også beregnet i forhold til dyreenheder (DE), hvor der går 0,75 årsko af tung race til 1 DE og tilsvarende 0,88 årsko for Jersey (Aaes, 2009b). Det er vigtigt at fastslå, at DE kun relaterer til køer, dvs. at der ikke er kvier indregnet. Tabel 5 viser tilsvarende emissioner og reduktioner for Jersey racen.

Baggrundsnotatet er udarbejdet af AgroTech A/S for Miljøstyrelsen

Tabel 4. NH₃-emission og -reduktion i kg per årsko for tung race afhængig af foderets indhold af råprotein og staldsystem.

Stald-system ¹	Foder ² FE/ko/år	Protein ² gram/F E	Kg N/år ³				Emissions- faktor (%) ⁴	NH ₃ emission	NH ₃ reduktion		
			Foder	Mælk	Fæces	Urin			Kg/årsko	%	Kg/DE
A	6593	173	182	48	68	66	16	10,5			
A	6593	164	173	48	68	57	16	9,1	1,46	14	1,10
B	6593	173	182	48	68	66	8	5,3			
B	6593	164	173	48	68	57	8	4,5	0,73	14	0,55
C	6593	173	182	48	68	66	16 & 6	9,0			
C	6593	164	173	48	68	57	16 & 6	8,1	0,93	10	0,70

¹ Staldsystemer: A: sengestald og spaltegulv med ringkanal; B: sengestald, gulv med 2 % hældning og skrabning hver 2. time;

C: dybstrøelse (60 % af gødning) med spalter ved foderbord (40 % af gødning).

² Data for mælkeydelse (8745 kg; 3,41 % protein), foderoptagelse, proteinindhold i foder er Normtal fra referenceåret 2005 (Poulsen, 2005).

³ Der er antaget et N-indhold på 16 % i foder og 15,7 % i mælkeprotein. Fordeling af N mellem fæces og urin er beregnet ud fra Poulsen et al. (2001) under forudsætning af, at der går 1,06 kg TS per FE. Der er inkluderet 1,7 kg N til foster og tilvækst (Poulsen et al., 2001) i de 48 kg N, som er angivet for mælk.

⁴ Emissionsfaktorer for NH₃ afhænger af staldtype og stammer fra Anonym (2009a). For staldsystem C anvendes de 16 % i forhold til det urin-N, der havner i gyllen, mens de 6 % anvendes i forhold til total-N i dybstrøelsen.

Tabel 5. NH₃-emission (kg/årsko) og -reduktion per årsko for Jersey afhængig af foderets indhold af råprotein og staldsystem.

Stald-system ¹	Foder ² FE/ko/år	Pro- tein ² gram/F E	Kg N/år ³				Emissions- faktor (%) ⁴	NH ₃ emission	NH ₃ reduktion		
			Foder	Mælk	Fæces	Urin			Kg/årsko	%	Kg/DE
A	5479	173	152	41	56	54	16	8,7			
A	5479	164	144	41	56	47	16	7,5	1,21	14	1,06
B	5479	173	152	41	56	54	8	4,4			
B	5479	164	144	41	56	47	8	3,8	0,60	14	0,53
C	5479	173	152	41	56	54	16 & 6	7,5			
C	5479	164	144	41	56	47	16 & 6	6,7	0,77	10	0,68

¹ Staldsystemer: A: sengestald og spaltegulv med ringkanal; B: sengestald, gulv med 2 % hældning og skrabning hver 2. time; C: dybstrøelse (60 % af gødning) med spalter ved foderbord (40 % af gødning).

² Data for mælkeydelse (6185 kg; 4,09 % protein), foderoptagelse, proteinindhold i foder er Normtal fra referenceåret 2005 (Poulsen, 2005).

³ Der er antaget et N-indhold på 16 % i foder og 15,7 % i mælkeprotein. Fordeling af N mellem fæces og urin er beregnet ud fra tung race, jf. Poulsen et al. (2001). Der er inkluderet 1,1 kg N til foster og tilvækst (Poulsen et al., 2001) i de 41 kg N, som er angivet for mælk. På grund af afrundinger vil N i mælk+fæces+urin ikke altid summere til N i foder.

⁴ Emissionsfaktorer for NH₃ afhænger af staldtype og er fra Anonym (2009a). For staldsystem C anvendes de 16 % i forhold til det urin-N, der havner i gyllen, mens de 6 % anvendes i forhold til total-N i dybstrøelsen.

Der er således stor sammenhæng mellem råprotein i foderet, udskillelsen af N i urin og emissionen af ammoniak. Ifølge Dansk Kvæg (2009) fodrer halvdelen af alle besætninger med malkekøer over reference-niveauet på 173 gram råprotein per FE.

Udenlandske erfaringer

Principperne i AAT/PBV-teknologien er implementeret i fodervurderingssystemer i blandt andet Holland, England, Frankrig, Norge, Sverige, Finland og USA.

Sikkerhedsmargin i forhold til AAT- og PBV-normer

Normalt opererer man med en norm + sikkerhedsmargin, når man angiver behov for næringsstoffer hos husdyr. De tidligere beskrevne AAT- og PBV-normer indeholder ingen sikkerhedsmargin og er fastlagt lidt lavere end maksimalt ydelsesrespons på grund af produktionsøkonomiske hensyn, jf. afsnit "Beskrivelse". Det er en omfattende opgave at fastlægge en sikkerhedsmargin, da der er usikkerheder på flere faktorer i forhold til koens "sande" forsyning med AAT og PBV. Nogle usikkerheder er følgende:

- a) Udtagelse af repræsentativ prøve
- b) Foderanalyse af råprotein
- c) Nedbrydningsgraden af foderprotein i vommen
- d) Køernes sortering i foderrationen

Det er især analyseusikkerheden af et fodermiddel, der bør tages hensyn til ved fastlæggelsen af en sikkerhedsmargin. Nogle gange vil målingen vise et lavere indhold af råprotein i et fodermiddel end det reelle indhold af råprotein. Andre gange vil målingen vise et højere indhold af råprotein i et fodermiddel end det reelle indhold af råprotein. Dermed er der rationer, hvor usikkerhederne udlignes. Selvom nedbrydningsgraden har stor betydning for beregning af et fodermiddels AAT og PBV, er der en lille variation i denne inden for fodermidler (Møller et al., 2005).

Sammenhæng mellem råprotein i foderet og urea i mælk.

Som nævnt ovenfor udskiller malkekøer overskydende kvælstof fra kroppen via urinen i form af urea. På koniveau er der derfor typisk en nær sammenhæng mellem blodets indhold af urea og indholdet af urea i urin og i mælk. Indholdet af urea i mælk giver derfor en god indikation af, hvor stort et overskud af kvælstof den enkelt ko har i kroppen.

På tværs af besætninger er der imidlertid en række kendte usikkerheder, som gør, at der ikke er en generel relation mellem råprotein i foderet og urea i mælken. Med andre ord kan man ikke lave et generelt referencetal, som gælder for alle besætninger. To besætninger kan således have forskellige ureatal i mælken, selv om forsyningen med protein er den samme.

Denne "besætningseffekt" betyder, at en fodring med samme indhold af råprotein, AAT og PBV vil give forskelligt indhold af urea i mælken i forskellige besætninger. Effekten kan skyldes, at køerne får forskellige fodermidler. Desuden har malketidspunkter i forhold til fodring, raceeffekt, køernes fordeling på laktationsnummer, ydelsesniveau og laktationsstadium også betydning. Tankmælkens indhold af urea er derfor mest egnet til, at driftslederen følger udviklingen indenfor en besætning (Kjeldsen et al., 2008).

Særlige forhold vedrørende AAT og PBV tildeling på bedrifter med høj andel af græs i foderet

Bedrifter med høj andel græsmarksafgrøder i staldfoderrationen kan have svært ved at lave rationer, som opfylder ønsket om, at rationens indhold af AAT, PBV og råprotein er henholdsvis ca. 95,5 og maksimalt 164 gram/FE. Det skyldes, at PBV-indholdet i græsmarksafgrøder typisk ligger højt, mens indholdet af AAT er relativt lavt.

Teknologiudredning belyser derfor specifikt nedenfor, hvordan stigende indhold af græsafgrøder påvirker mulighederne for at reducere proteinindholdet i malkekøernes fodring og dermed emissionen af ammoniak. Udredningen baserer sig på standardberegninger af gængse danske foderplaner.

I henhold til husdyrgodkendelsesbekendtgørelsens bilag 3, A. beskyttelsesniveau for ammoniak, punkt 1, er udegående husdyr friholdt for reduktionskrav i den periode, de er udegående. Foderplanberegningerne dækker derfor staldfodring og ikke fodersituationer, hvor køerne er på græs og selv henter foderet ved afgræsning.

Definition af græsfodring og græsmarksafgrøder

Husdyrgodkendelsesbekendtgørelsen anvender termen "græsfodring". I nærværende udredning defineres græsfoder som friske, konserverede eller kunsttørrede fodermidler fra grønne afgrøder omfattende græs, kløvergræs samt grønbyg, lucerne og ærtehelsæd.

For en entydig definition af "græsmarksafgrøder" henvises til oversigten over anvendte danske græs-fodermidler i bilag a. Bilaget repræsenterer et udpluk af den officielle danske fodermiddeltabel base-ret på foderberegningssystemet i "Bedriftsløsning". I oversigten er fodermidlerne forsynet med en entydig foderkode.

Indhold af råprotein i græsafgrøder

Ud over et højt indhold af råprotein har mange græsafgrøder generelt et lavt indhold af AAT og et højt indhold af PBV. Det er en sammensætning af proteinet, som gør det vanskeligt at reducere indholdet af råprotein til 164 gram/FE, uden at det får konsekvenser for overholdelse af normerne for AAT og PBV.

Begrænsningerne vedrørende anvendelsen af AAT og PBV som virkemiddel gælder både friske afgrøder og ensilager af samme afgrøde. I den praktiske kvægfodring har ensilagerne størst betydning, når vi ser bort fra afgræsning, som ikke indgår i denne udredning. Brugen af frisk græs under staldfodring har således kun begrænset udbredelse i sommerhalvåret, mens græsafgrøder i vinterperioden primært er ensilage suppleret med mindre mængder af tørrede afgrøder.

Typiske værdier for indholdet af råprotein, AAT og PBV i de mest aktuelle græsafgrøder er vist i tabel 6.

*Tabel 6. Indhold af råprotein, AAT og PBV på udvalgte græsmarksafgrøder *)*

Græsafgrøde	Råprotein, % af tørstof (TS)	Råprotein, gram/FE	AAT, gram/FE	PBV, gram/FE
Frisk græs, 12-15 cm	21,0	223	92	59
Græsensilage, middel FK	14,9	180	78	48
Frisk kløvergræs, 12-15 cm, 40 % kløver	23	239	92	68
Kløvergræsensilage, 40 % kløver	16,8	198	80	48
Græshø	11,2	170	111	-29
Grønpiller, ekstra	18,0	218	115	14
Grønbyg ensilage	15,6	197	88	36
Ærtehelsæd ensilage	17,1	215	82	64
Grønært ensilage	17,4	223	82	70

^{*)}en fuld oversigt med foderkoder findes i bilag a.

Beregning af typerationer med høj græsandel

Afgræsning og forudsætninger

Udredningen har beregnet et antal typerationer med højt indhold af græsafgrøder. I beregningerne er der taget udgangspunkt i køer af stor race med årsydelse på 9.500 kg EKM. Foderniveauet er for konventionelle bedrifter sat til 20 FE/ko/dag og 19 FE/ko/dag for økologiske bedrifter.

Udredningen omfatter staldfodring af ensilage og af friske græsser kørt ind i stalden. Førstnævnte udgør som nævnt ovenfor næsten alt grovfoderet i vinter- og staldfodring på danske husdyrbrug med malkekøer. Proteinniveauet i det friske græsfoder svarer derfor til indholdet i ensilage, fordi græsset bliver høstet på næsten samme udviklingstrin.

Fremover kan det forventes, at græsmarksafgrøder typisk vil bestå af kløvergræsafgrøder, mens andre græsmarksafgrøder (vist i tabel 6) kun vil blive anvendt i mindre omfang (Jensen, 2009). Derfor er der i beregningerne af typerationerne anvendt kløvergræsafgrøder som græsmarksafgrøde - både i frisk og ensileret form.

Alle foderplaner er sammensat efter gængs fodringspraksis på bedrifter med malkekøer, konventionelle som økologiske, hvor vårbyg, sojaskrå, rapskager og A-blandinger repræsenterer fodermidler anvendt som kraftfoder (Tabel 7).

I beregninger, hvor frisk kløvergræs indgår, er anvendt 21 % råprotein af tørstof som proteinindhold, hvilket svarer til det gennemsnitlige indhold i frisk græs for Dansk Kvægs afgræsningsundersøgelser 2006 og 2007 (Bligaard, 2009).

Baggrundsnotatet er udarbejdet af AgroTech A/S for Miljøstyrelsen

For afgrøder af ensileret kløvergræsensilage er anvendt 16 % råprotein af tørstof (TS) som det gennemsnitlige indhold af råprotein. Indholdet af råprotein i kløvergræsensilage er fastlagt på baggrund af resultater af de sidste tre års (2007-2009) landsresultater for dansk græsensilage (Kjeldsen & Thøgersen, 2009).

For at illustrere følsomheden i beregningerne er der efterfølgende lavet tilsvarende optimeringer med et indhold af protein på 17 % råprotein i kløvergræsensilagen.

Udgangspunktet for beregninger er en grundration og en kraftfoder andel, der tildeles separat enten i foderautomater, malkestald eller malkerobot.

Tabel 7. Anvendte fodermidler i typerationerne og deres indhold af råprotein, AAT og PBV.

Fodermiddel	Råprotein, gram/FE	AAT, gram/FE	PBV, gram/FE
Rapskage, 10 % fedt	292	119	110
Rapskage, 10 % beskyttet fedt	292	132	96
Sojaskrå	357	159	144
Vårbyg	97	87	-50
Roepiller, umelasseret	96	99	-85
A-blanding 4	195	95	50
Natur Kvæg 435 ¹	177	109	24
Natur Ko C38 ¹	230	105	75
Vårbygghalm	175	193	-219
Majsensilage, høj FK	86	97	-82
Byg-ært ensilage, 20 % ærter	146	88	-17
Kløvergræsensilage, 16 % råprotein af TS	184	81	34
Kløvergræsensilage, 17 % råprotein af TS	194	78	47

¹Økologisk kraftfoderblanding.

Resultater for typerationer med høj græsandel

Tabel 8 – 11 viser herefter forskellige foderrationers indhold af råprotein, AAT og PBV ved varierende andel af græsmarksafgrøder af FE/dag/ko. I bilag a, b og c fremgår oplysninger om indholdet af råprotein i forskellige græsmarksafgrøder, flere detaljer om foderrationerne samt en sammenligning af rationer beregnet for tung race eller Jersey. Som det fremgår her, er der ingen betydende forskel i rationernes indhold af råprotein, AAT og PBV afhængig af race.

Tabel 8. Indhold af protein i foderrationer med græsmarksafgrøder beregnet på basis af græsfoder med 14 % råprotein af tørstof.

Andel græsmarksafgrøder i % af totalrationen								
	20	25	30	40	50	60	70	80
Råprotein, gram/FE	164	164	164	165	165	169	180	183
AAT, gram/FE	95	95	95	95	95	95	95	95
PBV, gram/FE	5	5	5	5	5	7	19	21
NH ₃ , kg/årsko ¹	9,6	9,6	9,6	9,8	9,8	10,4	12,3	12,8
NH ₃ , kg/DE ¹	7,2	7,2	7,2	7,3	7,3	7,8	9,2	9,6

¹ Beregninger på NH₃-emission er foretaget for et staldsystem med sengestald og spaltegulv med ringkanal, svarende til staldsystem A (tabel 4 og 5).

Tabel 8 viser, at der ved et meget lavt indhold af protein i græsafgrøden (14 %) først er behov for at øge indholdet af råprotein for at kunne optimere indholdet af AAT og PBV ved en meget høj andel af

græsafgrøder (>50 %). Den efterfølgende tabel 9 viser indholdet af protein i rationer med en høj græsandel med et typisk indhold af protein i græsafgrøden på 16 % af tørstof.

Tabel 9. Indhold af protein i foderrationer med græsmarksafgrøder beregnet på basis af græsfoder med 16 % råprotein af tørstof.

Andel græsmarksafgrøder i % af totalrationen								
	20	25	30	40	50	60	70	80
Råprotein, gram/FE	164	166	168	168	177	194	208	212
AAT, gram/FE	95	95	95	95	95	95	95	95
PBV, gram/FE	5	5	5	5	14	34	46	50
NH ₃ , kg/årsko ¹	9,6	10	10,3	10,3	11,8	14,6	17	17,7
NH ₃ , kg/DE ¹	7,2	7,5	7,7	7,7	8,9	11	12,8	13,3

¹ Beregninger på NH₃-emission er foretaget for et staldsystem med sengestald og spaltegulv med ringkanal, svarende til staldsystem A (tabel 4 og 5).

Det ses af tabel 9, at de optimerede planer har et indhold af råprotein per FE stigende fra 164 gram ved 20 % græsafgrøder til over 200 gram ved 70 og 80 % græsafgrøder. I alle rationer er det muligt at optimere, så normerne for AAT og PBV på hhv. 95 og 5 gram/FE er opfyldt.

Tabel 10 viser konsekvensen, hvis græsafgrøderne indeholder mere råprotein (17 i stedet for 16 %). Det ses, at indholdet af råprotein stiger fra 164 til 204 gram per FE ved at øge andelen af græsmarksafgrøder fra 20 til 60 %. Foderplanerne kan ikke optimeres ved meget høje indhold af græsafgrøder. Det skyldes, at AAT-normen på 95 gram per FE ikke kan opfyldes, og at normen på maksimalt 50 gram PBV per FE bliver overskredet.

Tabel 10. Indhold af protein i foderrationer med græsmarksafgrøder beregnet på basis af græsfoder med 17 % råprotein af tørstof.

Andel græsmarksafgrøder i % af totalrationen								
	20	25	30	40	50	60	70	80
Råprotein, gram/FE	164	164	167	169	186	204	213	_ ³
AAT, gram/FE	95	95	95	95	95	95	91 ¹	_ ³
PBV, gram/FE	5	5	5	7	24	42	59 ²	_ ³
NH ₃ , kg/årsko ⁴	9,6	9,6	10,1	10,4	13,3	16,3	17,8	-
NH ₃ , kg/DE ⁴	7,2	7,2	7,6	7,8	10,0	12,2	13,4	-

¹ AAT normen overholdes ikke, hvilket kan medføre ydelsestab.

² PBV normen er overskredet.

³ Ikke muligt at sammensætte foderration, der opfylder proteinnormerne.

⁴ Beregninger på NH₃-emission er foretaget for et staldsystem med sengestald og spaltegulv med ringkanal, svarende til staldsystem A (tabel 4 og 5).

Konventionelle kontra økologiske bedrifter

Økologiske foderrationer vil typisk være kendetegnet ved høj andel af græsmarks- og bælgplanteafgrøder. Økologiske bedrifter er underlagt krav om minimum 60 % grovfoderandel, og der må ikke anvendes fodermidler, der indeholder GMO. Ligeledes er der begrænsninger i valget af fodermidler til afstemning af foderrationen hos økologiske bedrifter, idet kravet om anvendelse af økologiske afgrøder reducerer udvalget af relevante fodermidler. Konventionelle bedrifter er ikke i samme udstrækning underlagt regler med hensyn til anvendelsen af fodermidler.

Begrænsninger i valg af fodermidler til afstemning af foderrationen giver udfordringer med hensyn til proteinforsyningen til køerne, idet foderrationens sammensætning gør, at minimumskravet til AAT på 95 gram/FE er svært at overholde. Derudover vil begrænsningerne ofte give foderrationer med et højere proteinindhold samt et højere indhold af stivelse på grund af en øget andel af korn.

Nedenfor viser tabel 11 eksempler på, hvordan foderrationer på økologisk bedrifter med varierende andel af græsmarksafgrøder typisk kunne se ud. Beregningerne illustrerer problematikken omkring overholdelse af AAT minimumskravet.

Tabel 11. Økologiske foderrationer med øget andel af græsmarksafgrøder beregnet på basis af græs-foder med 16 % råprotein af tørstof.

Andel græsmarksafgrøder i % af totalrationen								
	20	25	30	40	50	60	70	80
Råprotein, gram/FE	164	164	166	165	170	179	180	180
AAT, gram/FE	95	95	95	95	95	93 ¹	90 ¹	86 ¹
PBV, gram/FE	5	5	5	7	12	24	26	29
NH ₃ , kg/årsko ²	9,6	9,6	10,0	9,8	10,6	12,1	12,3	12,3
NH ₃ , kg/DE ²	7,2	7,2	7,5	7,3	8,0	9,1	9,2	9,2

¹ AAT normen overholdes ikke, hvilket kan medføre ydelsestab.

² Beregninger på NH₃-emission er foretaget for et staldsystem med sengestald og spaltegulv med ringkanal, svarende til staldsystem A (tabel 4 og 5).

Der skal dog understreges, at et tilsvarende billede vil tegne sig for konventionelle bedrifter, hvor der planlægges efter en høj andel græsmarksafgrøder af totalrationen.

Udbredelse af AAT- og PBV-teknologien

AAT og PBV har været anvendt i FE-systemet siden starten af 1990'erne og er implementeret i det foderplanlægningsværktøj til kvæg, som findes i "Bedriftsløsningen". I 2006 kom der imidlertid et nyt Nordisk fodervurderingssystem kaldet NorFor. Begge systemer bygger på princippet om, at man kvantificerer koens proteinforsyning (AAT) og vommens proteinforsyning (PBV). Imidlertid beregnes AAT og PBV forskelligt i systemerne og angives i forskellige enheder.

Responsfunktioner for mælkeydelse i forhold til tildeling af AAT og PBV er velbeskrevne, som de anvendes i FE-systemet. Der er imidlertid ikke publiceret responsfunktioner for tildeling af AAT og PBV i NorFor systemet, og det er således ikke muligt at fastsætte de økonomiske konsekvenser af ændret AAT og PBV tildeling på basis af NorFor systemet. Dette er uheldigt i forhold til denne rapport, da NorFor må anses for at have implementeret den nyeste viden inden for AAT- og PBV-behov til malkøer.

Referenceniveauet på 173 gram råprotein/FE er baseret på foderplaner, som er beregnet i Bedriftsløsningen, der baserer sig på FE-systemet. Anvendelsen af NorFor i praksis er begrænset til 5-10 % af besætningerne (Martinussen, 2009). Det forventes dog, at anvendelsen af NorFor stiger de næste 2-3 år. Det nuværende referenceniveau kan, med visse antagelser, omregnes til AAT- og PBV-niveauer i NorFor systemet. Den opgave ligger imidlertid ud over arbejdet i denne udredning, som derfor baserer sig på AAT-/PBV-systemet, som det er udmøntet i FE-systemet og i Bedriftsløsningen.

Driftsøkonomi og praktisk brug af teknologien

Driftsøkonomi

I det følgende er der beregnet økonomiske konsekvenser ved at reducere tildeling af råprotein fra 173 gram til 164 gram pr. FE.

Der er lavet økonomiske konsekvensberegninger på følgende:

- Reduceret tildeling af proteinrige råvarer
- Grovfoderanalyser
- Optimering og opfølgning på foderplan
- Reduktion af gyllens N-indhold.

Der er regnet på DE-køer, således at eksempelvis 150 DE svarer til 112,5 køer. Der indgår ikke kvier i beregningerne.

Reduceret tildeling af proteinrige råvarer

Der er foretaget foderoptimeringer i programmet Bedriftsløsningen for køer af tung race med en årsydelse på 9.500 kg EKM. I beregningerne er der taget udgangspunkt i en standardfoderration med majs- og kløvergræsensilage, hvor ensilagedelen udgør ca. 60 % af den samlede foderration.

I optimeringen af foderblandingerne er normerne for tyggetid, fylde, stivelse, sukker, fordøjelige cellevægge og fedt samt mineraler og vitaminer overholdt. I de beregninger, hvor mængden af sojaskrå og rapskage bliver reduceret, vil mængden af fosfor og svovl være mindre – men normerne vil stadigvæk være overholdt.

Foderprisforudsætninger

Priserne på fodermidler, der er brugt i de økonomiske konsekvensberegninger, fremgår af tabel 12. Prisen på sojaskrå og byg er beregnet som gennemsnitspriser i årene 2007-2009, oplyst fra DS (Dansk Svineproduktion). I perioden har DS hver 14. dag indhentet priser fra foderstofbranchen på de mest anvendte fodermidler. Priser på rapskage og roepiller er oplyst fra DLG (Dansk Landbrugs Grovvarerelskab).

Som det fremgår af tabel 12, har der været store udsving i foderpriserne over de sidste 3 år, og det interne bytteforhold mellem fodermidlerne har derfor varieret betydeligt.

Tabel 12. Foderpriser pr. 100 kg (DS og DLG).

År	2007	2008	2009	Gns. pris	Anvendt
Byg ^{***}	156,0	164,7	100 [*]	140,2	140
Sojaskrå	192,0	260,1	244,7 [*]	232,3	232
Rapskage	160,0	180,0	130 ^{**}	156,7	157
Roepiller	150,0	150,0	120 ^{**}	140,0	140

^{*} Gennemsnitspris 1/1 2009 til 17/4 2009.

^{**} Gennemsnitspris 1/1 2009 til 30/9 2009.

^{***} I korn-prisen er der regnet med valset korn – og prisen på forrentningen af en valse samt arbejdsforbrug er sat til 5 øre pr. kg.

Økonomiske konsekvensberegninger

Hvis proteinniveauet skal reduceres, er det ofte nødvendigt at reducere mængden af sojaskrå og rapskager og samtidig hæve andelen af korn og roepiller. Til beregning af de økonomiske konsekvenser ved en reduceret proteintildeling er det forudsat, at mængden af sojaskrå og rapskager bliver reduceret med henholdsvis 0,4 FE og 0,3 FE, mens mængden af byg og roepiller hæves med 0,35 FE af hvert fodermiddel. Grovfodersammensætningen er den samme, uanset om foderplanen er lavet med 173 eller 164 gram råprotein pr. FE.

Tabel 13 viser den økonomiske konsekvens ved at reducere tildelingen af råprotein fra 173 gram til 164 gram. Beregningen viser, at foderomkostningerne reduceres med 13,10 øre pr. ko pr. dag svarende til en reduktion på 36 kr. pr. DE (tabel 13).

Den økonomiske konsekvens vil variere meget fra år til år – afhængig af bytteforholdet mellem fodermidlerne.

Baggrundsnotatet er udarbejdet af AgroTech A/S for Miljøstyrelsen

Der er således stor forskel på, hvor meget man påvirker foderprisen ved at erstatte sojaskrå og rapskager med byg og roepiller.

Tabel 13. Foderpriser (2007-2009) samt økonomisk konsekvens ved at reducere indholdet af råprotein fra 173 gram til 164 gram pr. FE.

Fodermiddel	Kr. pr. 100 kg	Kr. pr. FE	FE pr. ko pr. dag	Kr. pr. ko pr. dag
Sojaskrå	232	1,90	-0,40	-0,7610
Rapskage	157	1,44	-0,30	-0,4333
Byg	140	1,48	+0,35	0,5194
Roepiller	140	1,55	+0,35	0,5439
Pr. ko pr. dag				-0,1310

Tabel 14. Økonomisk konsekvens ved at reducere indholdet af råprotein fra 173 gram til 164 gram pr. FE. Baseret på gennemsnitspriser for 2007-2009.

Antal DE	Antal køer	Kr. i alt pr. år	Værdi kr. pr. DE
75	56,25	-2689,18	-35,8558
150	112,50	-5378,37	-35,8558
250	187,50	-8963,94	-35,8558
500	375,00	-17 927,89	-35,8558
750	562,50	-26 891,83	-35,8558
950	712,50	-34 062,99	-35,8558

Grovfoderanalyser

Hvis proteinindholdet i foderet skal reduceres til 164 gram råprotein/FE vil det være nødvendigt at udtage analyser af grovfoderet for at kende det præcise indhold af råprotein i de enkelte grovfoderemner. Analyseresultaterne bliver brugt til at optimere proteinindholdet i foderplanen og sikre, at niveauet for råprotein bliver overholdt. Den enkelte landmand vil normalt ikke få udtaget analyser af indkøbt foder, da det er lovpligtigt for foderstoffirmaerne at deklarere kraftfoderets indhold af næringsstoffer.

Antal grovfoderprøver er estimeret til mellem 6 og 10 prøver pr. år. Ved græsensilage er der ca. 4 slæt pr. år, og desuden er der majs- og helsædsensilage. Ved større besætninger er det flere markers kvaliteter, der skal analyseres og dokumenteres.

Nogle landmænd udtager selv grovfoderprøver og indsender dem til et analyselaboratorium, mens andre får en konsulent til at udtage prøven. I tabel 15 ses, at omkostningerne varierer fra 115 til 20 kr. pr. DE, hvis en konsulent udtager prøven, og tilsvarende varierer fra 53 til 6 kr., hvis landmanden selv udtager prøven.

Tabel 15. Omkostninger til udtagning af grovfoderanalyser.

Antal DE	Antal køer	Antal grovfoderanalyser pr. år	Pris pr. analyse, kr.	Tidsforbrug pr. prøve*, timer	Omkostning til analyser, kr.** Konsulent (landmand)	Omkostning kr. pr. DE Konsulent (landmand)
75	56,25	6	550	1	8.610 (3.996)	115 (53)
150	112,50	6	550	1	8.610 (3.996)	57 (27)
250	187,50	8	550	1	11.480 (5.328)	46 (21)
500	375,00	8	550	1	11.480 (5.328)	23 (11)
750	562,50	10	550	1,5	18.775 (6.080)	25 (8)
950	712,50	10	550	1,5	18.775 (6.080)	20 (6)

* Tidsforbruget pr. prøve øges ved stigende besætningsstørrelse, da store ensilagestakke kræver udtagning af flere "stik" for at opnå en repræsentativ prøve for hele grovfoderstakken.

** Timelønnen er sat til 116 kr., hvis landmanden selv udtager prøven (Niras, 2009), og 885 kr. hvis en konsulent udtager prøven (LRØ, 2009).

Optimering og opfølgning på foderplan

Hver gang der ændres i fodersammensætningen, skal der beregnes en ny foderplan. I gennemsnit udarbejdes der en foderplan 6 gange årligt. De fleste landmænd vil benytte sig af en kvægrådgiver, når foderplanen skal optimeres. Der laves en foderplan til malkende køer og en til goldkøer. Foderplanen til de malkende køer deles i en ration til opstartskøer, højtydende og senlakterende. I praksis vil gruppeopdelingen finde sted, når besætningen er på ca. 200 køer.

Det tager 2 timer at lave en foderplan til goldkøer og lakterende køer. En foderplan, der skal laves til flere grupper, vil tage ½ time ekstra pr. gruppe.

Tabel 16 viser omkostninger til beregning af foderplaner. Det ses, at omkostningerne varierer fra 142 til 17 kr. pr. DE – så udgiften pr. DE falder med stigende besætningsstørrelse.

Tabel 16. Omkostninger til optimering af foderplan.

Antal DE	Antal køer	Omkostninger til optimering af foderplan	Omkostning kr. pr. DE
75	56,25	10.620*	142
150	112,50	10.620*	71
250	187,50	15.930**	63
500	375,00	15.930**	32
750	562,50	15.930**	21
950	712,50	15.930**	17

* 6 x 2 timer à 885 kr. ekskl. moms.

** 6 x 3 timer à 885 kr. ekskl. moms.

EFK

For at kunne kontrollere, at proteinindholdet er reduceret i fodringen, skal der laves 4 EFK pr. år. En EFK består af følgende: Landmanden bruger en ½ time på at indsamle og sende vejedata til en rådgiver, som efterfølgende bruger ca. 1 time på at lave en EFK. Tabel 17 viser omkostninger til beregning af EFK.

Tabel 17. Omkostning til kontrol via EFK.

Antal DE	Antal køer	Omkostninger til beregning af EFK*	Omkostning kr. pr. DE
75	56,25	3772	50
150	112,50	3773	25
250	187,50	3772	15
500	375,00	3772	8
750	562,50	3772	5
950	712,50	3772	4

* 4 timer à 885 kr. ekskl. moms plus 2 timer à 116 kr.

Reduktion af gyllens N-indhold

Gødningsværdien af gyllen i gylletanken falder, når protein reduceres for henholdsvis tung race og Jersey. Reduktionen i gødningsværdi hænger sammen med staldsystemet og den emission af ammoniak, der er fra det givne system.

Normproduktionen af gødning for tung race er 16 m³/gylle/DE i staldsystem A (sengestald og spaltegulv), 16 m³/gylle/DE i staldsystem B (sengestalde, gulv med 2 % hældning og skrabning hver 2. time) og 9 m³/gylle/DE + 9,15 tons dybstrøelse i staldsystem C (dybstrøelsesstalde).

Normproduktionen af gødning for Jersey er 15,4 m³/gylle/DE i staldsystem A, 15,4 m³/gylle/DE i staldsystem B og 9,2 m³/gylle/DE + 8,7 tons dybstrøelse i staldsystem C.

Kg N/ton i de forskellige staldsystemer er sat ud fra "Normer for husdyrgødning for planperioden 2009/2010". I beregningen er prisen sat til 6 kr. pr. kg N.

Proteinreduktion i foderet giver en reduktion af kvælstof i gyllen ved tung race:

- Med sengestald og spaltegulv (staldsystem A) giver en reduktion af råprotein i foderrationen en væsentlig reduktion af kvælstofindhold i gyllen fra 343 kr./DE til 396 kr./DE. I alt 38 kr. DE
- Ved sengestalde, gulv med 2 % hældning og skrabning hver 2. time (staldsystem B) medfører en reduktion af foderprotein en reduktion i værdien af gyllen fra 426 kr./DE til 383 kr./DE. I alt 43 kr. DE
- Ved dybstrøelsesstalde (staldsystem C) giver proteinreduktion til foderet en reduktion i værdien af gyllen fra 173 kr./DE til 158 kr./DE og ved dybstrøelsen fra 311 kr./DE til 286 kr. DE. I alt 40 kr. DE.

Proteinreduktion i foderet giver en reduktion af kvælstof i gyllen ved Jersey:

- Med sengestald og spaltegulv (staldsystem A) giver en reduktion råprotein i foderrationen en væsentlig reduktion af kvælstofindhold i gyllen fra 505 kr./DE til 461kr./DE. I alt 45 kr. DE
- Ved sengestalde, gulv med 2 % hældning og skrabning hver 2. time (staldsystem B) medfører en reduktion af foderprotein en reduktion i værdien af gyllen fra 494 kr./DE til 451 kr./DE. I alt 43 kr. DE
- Ved dybstrøelsesstalde (staldsystem C) giver proteinreduktion til foderet en reduktion i værdien af gyllen fra 210 kr./DE til 192 kr./DE og ved dybstrøelsen fra 347 kr./DE til 317 kr. DE. I alt 48 kr. DE.

Helhedsvurdering af AAT-PBV-teknologien

Ved brug af AAT/PBV-teknologien kan forsyningen med råprotein til malkekøer reduceres fra referenceniveauet på 173 gram til 164 gram råprotein/FE, uden at køernes mælkeproduktion og sundhed påvirkes negativt. De 164 gram råprotein/FE medfører typisk 93-97 gram AAT/FE og 3-7 gram PBV, hvilket svarer til normerne for AAT og PBV inklusive sikkerhedsmargin. Teknologien kan anvendes både hos eksisterende og fremtidige kvægbedrifter.

En reduktion i indholdet af råprotein fra referenceniveauet på 173 gram/FE til 164 gram/FE for køer af stor race reducerer ammoniakemissionen med 1,46 kg/ko/år (14 %) i sengestalde med spaltegulv og ringkanal. Det skal bemærkes, at der er tale om en stort set lineær reduktion i ammoniakemissionen i intervallet fra 173 gram til 164 gram råprotein/FE. Ammoniakemissionen reduceres derfor til cirka det halve af ovennævnte, hvis der sker en reduktion fra 173 gram til for eksempel 168 gram råprotein/FE.

Teknologien giver ikke samme effekt og er mindre egnet på kvægbedrifter, hvor summen af afgræsning, frisk græs og ensilage af græsmarksafgrøder udgør mere end 25 % af FE/ko/dag.

Økonomien ved proteinreduktion svinger fra år til år. Foderomkostningerne bestemmes af prisrelationer. Ved gennemsnitspriser de sidste 3 år er det beregnet, at der spares 35 kroner/DE ved at reducere proteinniveauet fra 173 gram til 164 gram råprotein per FE.

Til grovfoderanalyser, optimering og kontrol af fodringen er der en udgift på mellem 32 og 317 kroner/DE afhængig af bedriftens størrelse og køb af rådgivningsydelser. Omkostningerne er størst i små besætninger.

Baggrundsnotatet er udarbejdet af AgroTech A/S for Miljøstyrelsen

Gyllen har mindre værdi i gylletanken, når proteintildelingen reduceres. Proteinreduktionen koster ca. 40 kroner/DE ved tung race og ca. 45 kroner/DE ved Jersey afhængig af gulvtype i stalden.

Bilag a. Uddrag af græsmarksafgrøder fra fodermiddeltabel (Dansk Kvæg, 2005).

Græsmarksafgrøde (foderkode)	Råprotein, % af tørstof	PBV, gram/FE	Råprotein, gram/FE
Frisk græs, 6-8 cm (464)	22	59	231
Frisk græs, 12-15 cm (465)	21	50	223
Frisk græs, 20-25 cm (466)	19	34	215
Græsensilage, høj FK(564)	16,2	51	180
Græsensilage, middel FK (565)	14,9	48	180
Græsensilage, lav FK (566)	12,7	41	170
Frisk kløvergræs, 12-15 cm, 20 % kløver (422)	22	59	231
Frisk kløvergræs, 12-15 cm, 40 % kløver (425)	23	68	239
Frisk kløvergræs, 12-15 cm, 60 % kløver (428)	24	62	262
Kløvergræsensilage, 20 % kløver, middel FK (52)	16,8	48	198
Kløvergræsensilage, 40 % kløver, middel FK (525)	17,3	59	209
Kløvergræsensilage, 60 % kløver, middel FK (528)	18,3	73	220
Græshø (665)	11,2	-29	170
Grønhø, ekstra (671)	18	12	214
Grønhø, lucerne (675)	17	82	287
Lucerne, beg. blomst (401)	24	129	288
Lucerne, i blomst (402)	19	115	296
Lucerne, efter blomst (403)	15,4	111	333
Lucerneensilage høj FK(501)	19,6	108	247
Lucernehø (602)	16,4	78	269
Grønpiller, standard (707)	17	32	270
Grønpiller, ekstra (705)	18	14	218
Lucernepiller, standard (709)	17	85	292
Lucernepiller, ekstra (708)	20	77	256
Grønbyg ensilage (581)	15,6	36	197
Ærtehelsæds ensilage (599)	17,1	64	215
Grønært ensilage (578)	17,4	70	223
Byg-ært ensilage, 20 % ærter (596)	11,1	-17	145
byg-ært ensilage, 40 % ærter (598)	13,2	13	170
Byg-ært ensilage, 60 % ærter (600)	15,4	41	196

Bilag b. Oversigtstabeller med beregnede foderplaner med høj græsandel – 16 eller 17 % råprotein af tørstof i græsafgrøden

A. Eksempler på foderplaner, hvor græsmarksafgrøder udgør 30 % eller 60 % af totalrationen på basis af græsfoder med 16 % råprotein af tørstof.

Fodermiddel	30 % græsmarksafgrøder		60 % græsmarksafgrøder	
	FE	% af FE	FE	% af FE
Rapskage, 10 % fedt	3,69	18,46	-	-
Rapskage, 10 % beskyttet fedt	-	-	1,48	7,38
Sojaskrå	-	-	1,94	9,7
Vårbyg	2,1	10,48	1,19	5,97
A-blanding 4	0,21	1,07	1,39	6,96
Majsensilage	8	39,99	2	10
Kløvergræsensilage, 16 %	6	30	12	60
Total	20	100	20	100
Protein				
PBV, gram/FE	5		33,6	
AAT, gram/FE	95		95	
Råprotein, gram/FE	168		194	

B. Eksempler på foderplaner, hvor græsmarksafgrøder udgør 30 % eller 60 % af totalrationen på basis af græsfoder med 17 % råprotein af tørstof

Fodermiddel	30 % græsmarksafgrøder		60 % græsmarksafgrøder	
	FE	% af FE	FE	% af FE
Rapskage, 10 % fedt	3,63	18,15	-	-
Rapskage, 10 % beskyttet fedt	-	-	3,1	15,52
Sojaskrå	0,25	1,25	1,48	7,4
Vårbyg	2,12	10,61	1,42	7,09
A-blanding 4	-	-	-	-
Majsensilage	8	39,99	2	9,99
Kløvergræsensilage, 16 %	6	30	12	60
Total	20	100	20	100
Protein				
PBV, gram/FE	5		41,8	
AAT, gram/FE	95		95	
Råprotein, gram/FE	167		204	

Bilag c. Oversigtstabeller med beregnede foderplaner med høj græsandel – Stor race og Jersey.

A. Eksempler på foderplaner, hvor græsmarksafgrøder udgør 30 % eller 60 % af totalrationen på basis af græsfoder med 16 % råprotein af tørstof.

Fodermiddel	30 % græsmarksafgrøder				60 % græsmarksafgrøder			
	Stor race		Jersey		Stor race		Jersey ¹⁾	
	FE	% af FE	FE	% af FE	FE	% af FE	FE	% af FE
Rapskage, 10 % fedt	3,69	18,46	4,22	21,87	-	-	-	-
Rapskage, 10 % beskyttet fedt	-	-	-	-	1,48	7,38	2,83	14,65
Sojaskrå	-	-	-	-	1,94	9,7	1,41	7,31
Vårbyg	2,1	10,48	3,49	18,08	1,19	5,97	3,48	18,05
A-blanding 4	0,21	1,07	0,72	3,72	1,39	6,96	-	-
Majsensilage	8	39,99	5,79	30	2	10	-	-
Kløvergræsensilage, 16 %	6	30	5,08	26,33	12	60	11,58	60
Total	20	100			20	100		
Protein								
PBV, gram/FE	5		5		33,6		36	
AAT, gram/FE	95		95		95		95	
Råprotein, gram/FE	168		166		194		197	

¹⁾ Normen for fylde er overskredet.

B. Eksempler på foderplaner, hvor græsmarksafgrøder udgør 30 % eller 60 % af totalrationen på basis af græsfo-der med 17 % råprotein af tørstof.

Fodermiddel	30 % græsmarksafgrøder		60 % græsmarksafgrøder	
	FE	% af FE	FE	% af FE
Rapskage, 10 % fedt	3,63	18,15	-	-
Rapskage, 10 % beskyttet fedt	-	-	3,1	15,52
Sojaskrå	0,25	1,25	1,48	7,4
Vårbyg	2,12	10,61	1,42	7,09
A-blanding 4	-	-	-	-
Majsensilage	8	39,99	2	9,99
Kløvergræsensilage, 16 %	6	30	12	60
Total	20	100	20	100
Protein				
PBV, gram/FE	5		41,8	
AAT, gram/FE	95		95	
Råprotein, gram/FE	167		204	

Litteratur

- Aaes, O. 2009a. Personlig meddelelse. Landskonsulent i Dansk Kvæg.
- Aaes, O. 2009b. Ændringer i omregningsfaktorer til beregningen af dyreenheder for kvæg er nu en realitet. Kvæginfo nr. 2020. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret. Tilgængelig via: <http://www.lr.dk/kvaeg/informationsserier/lk-meddelelser/2020.htm>
- Anonym. 2009a. Baggrundstal 2008. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet. Tilgængelig via: http://www.agrsci.dk/ny_navigation/institutter/institut_for_husdyrbiologi_og_sundhed/husdyrernaering_og_miljoe/normtal
- Anonym. 2009b. Resultater af foderanalyser for 2008. Tilgængelig via: www.norfor.info.
- Bligaard, 2009. Personlig meddelelse
- Dansk Kvæg. 2009. Upublicerede resultater. Opgørelser fra besætninger i KvægNøglen – 2008.
- Dansk Kvæg, 2005. Fodermiddeltabel. Sammensætning og foderværdi af fodermidler til kvæg. Rapport nummer 112 fra Landscentret, Dansk Kvæg. 64 pp
- Dyrkningsvejledning. 2008. Udbringning af husdyrgødning. Landscentret.
- Ingvorsen, B. 2009. Regler for økologisk kvæghold. Tilgængelig via: http://www.lr.dk/oekologi/diverse/bii_090306_kvaeg.htm
- Jensen, S.L., 2009. Personlig meddelelse. Økologikonsulent i LRØ.
- Jørgensen, K.F. 2009. Personlig meddelelse. Konsulent i Landscentret Økologi.
- Krohn, C.C. 1983. Mælkeydelsens afhængighed af optagelsen af protein og NPN. I: Østergaard, V. og Neimann-Sørensen, A. (eds). Optimale foderrationer til malkekoen. Foderværdi, foderoptagelse, omsætning og produktion. Beretning nr. 551 fra Statens Husdyrbrugsforsøg. 14.1-14.20.
- Kjeldsen, A.M; H.Bang Bligaard og O. Aaes. 2008. Tolkning af uretal – tankmælk og mælk fra ydelseskontrol. KvægInfo nummer 1919. Tilgængelig via: http://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/Malkekoeer-og-opdraet/Fodring-og-pasning/Sider/Tolkning_af_uretal_tankmaelk_og_maelk.aspx
- Kjeldsen, A. M og Thøgersen, R. 2009. Grovfoder kvalitet 2007-2009. Tilgængelig via: <http://li.lr.dk/applikationer/kate/viskategori.asp?ID=ka004000080001401>
- LRØ 2009. Søren K. Lykke-Jensen. Personlig meddelelse.
- Madsen, J. et al. 2003. Proteinforsyning til malkekøer. I: Strudsholm, F. and Sejrsen, K. (eds). Kvægets ernæring og fysiologi. DJF-rapport nr. 54 fra Danmarks Jordbrugsforskning. 113–121.
- Martinussen, H. 2009. Personlig meddelelse. Konsulent i Dansk Kvæg.
- Møller J., et al. 2005. Fodermiddeltabel – sammensætning og foderværdi af fodermidler til kvæg. Rapport nr. 112 fra Dansk Kvæg.
- Møller J. og Fisker, I. 2006. Analyser af rapsprodukter 2005 – foderværdi og proteinnedbrydningsgrad. Kvæginfo nr. 1577. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret. Tilgængelig via: <http://www.lr.dk/kvaeg/informationsserier/lk-meddelelser/1577.htm>
- Møller J. og Martinussen, H. 2009. Analyser af rapsprodukter 2008. Kvæginfo nr. 1976. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret. Tilgængelig via: <http://www.lr.dk/kvaeg/informationsserier/kvaegforsk/1976.htm>
- Nielsen, Å. 2009. Personlig meddelelse. Kvægbrugskonsulent i LRØ.
- Niras. 2009. Forudsætninger for de økonomiske beregninger af BAT-teknologier.
- NRC. 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. National Academy Press.
- Poulsen, H.D. et al. 2001. Kvælstof, fosfor og kalium i husdyrgødning – Normtal 2000. DJF-rapport nr. 36 fra Danmarks Jordbrugsforskning.
- Poulsen, H.D. 2005. Normtal 2005. Tilgængelig via: http://www.agrsci.dk/ny_navigation/institutter/institut_for_husdyrbiologi_og_sundhed/husdyrernaering_og_miljoe/normtal
- Retsinformation.dk, 2009. [Bekendtgørelse nr. 294 af 31.03.2009 om tilladelse og godkendelse m.v. af husdyrbrug](#). 16 pp.
- Strudsholm, F. et al. 1999. Danske fodernormer til kvæg. Rapport nr. 84 fra Landskontoret for Kvæg.