

Til Departementet

Levering på bestillingen "Udredning af mulighed for implementering af krav om reduceret råprotein i slagtesvin- og malkekvægfoder i forbindelse med NEC-udvalgsarbejdet. Beregning af ammoniakreduktionseffekt samt udredning af sideeffekter" - Del vedr. kvægfoder

Departementet har i en bestilling sendt 06-05-2020 med efterfølgende opdatering 12-05-2020 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – om at foretage en analyse og vurdering af biologiske og praktiske muligheder for at reducere råprotein i foderet til (slagtesvin i særskilt notat) og malkekvæg, herunder en udredning af hvilken reduktion i N-udskillelse, der kan forventes.

Nedenfor følger besvarelsen, der er udarbejdet af Seniorrådgiver Christian Friis Børsting, Professor Martin Riis Weisbjerg, Seniorforsker Mogens Larsen, Akademisk medarbejder Anne Louise Frydendahl Hellwing, Postdoc Marianne Johansen alle fra Institut for Husdyrvidenskab samt Seniorrådgiver Peter Kai fra Institut for Ingeniørvidenskab ved Aarhus Universitet. Fagfællebedømmer har været Professor Peter Lund fra Institut for Husdyrvidenskab. Notatet er revideret i henhold til dennes kommentarer.

Udkast til besvarelsen har været fremsendt til MFVM d. 2. juni 2020. Som følge af kommentarer fra ministeriet følger her en revideret version af besvarelsen. Kommentarer og AUs håndtering af disse findes via følgende link <https://bit.ly/2UwryA0>

Besvarelsen er udarbejdet som led i "Rammeaftale om forskningsbaseret myndighedsbetjening mellem Miljø- og Fødevarerministeriet og Aarhus Universitet", "Ydelsesaftale Husdyrproduktion 2020-2023".

Venlig hilsen

Klaus Horsted
Specialkonsulent, Kvalitetssikrer DCA-centerenheden



Udredning af mulighed for implementering af krav om reduceret råprotein i slagtesvin- og malkekvægfoder i forbindelse med NEC-udvalgsarbejdet. Beregning af ammoniakreduktionseffekt samt udredning af sideeffekter”.

Besvarelse vedr. malkekvægfoder

Christian Friis Børsting, Martin Riis Weisbjerg, Mogens Larsen, Anne Louise Frydendahl Hellwing, Marianne Johansen, Institut for Husdyrvidenskab, Aarhus Universitet
Peter Kai, Institut for Ingeniørvidenskab, Aarhus Universitet

Landbrugsstyrelsen har i en bestilling sendt 06-05-2020 med efterfølgende opdatering 12-05-2020 bedt DCA – Nationalt Center for Fødevarer og Jordbrug – om følgende:

Baggrund (fra bestilling)

Danmark er efter EU's NEC-direktiv forpligtet til at reducere ammoniakudledningen med 24 procent i 2020 og 2030 i forhold til 2005. Derfor blev der i januar 2020 nedsat et ekspertudvalg, som skal komme med anbefalinger til virkemidler, som kan reducere ammoniakemissionen fra landbruget, og være med til at sikre, at Danmark kan nå i mål med ammoniakforpligtelsen efter NEC-direktivet.

Udvalgsarbejdet er påbegyndt og der skal i den forbindelse foretages udredninger af en række forskellige ammoniakreducerende virkemidler i forhold til bl.a. miljøeffekt, sideeffekter og økonomi.

MFVM har d. 17. april fremsendt en generel bestilling (Bestilling ID 932) ang. ”Kvalitetssikring af forudsætninger for effektberegninger og sideeffekter af udredninger af ammoniakreducerende virkemidler i forbindelse med NEC-udvalgsarbejdet – Stald og Lager.”.

I forbindelse med udredningsarbejdet af virkemidlet reduceret råprotein i både slagtesvin- og malkekvægfoder, er der behov for at AU bidrager med faglige udredninger ud over det der ligger i bestilling 932. Der er derfor nedsat to arbejdsgrupper for henholdsvis reduceret råprotein i slagtesvin- og malkekvægfoder, med deltagelse af AU, SEGES og MFVM. Der blev afholdt møde i begge arbejdsgrupper d. 28. april.

Formål (fra bestilling)

Formålet med leverancen er, at få foretaget en analyse og vurdering af biologiske og praktiske muligheder for at reducere råprotein i foderet til (slagtesvin i særskilt notat) malkekvæg, herunder en udredning af hvilken reduktion i N-udskillelse, der kan forventes, samt hvilke sideeffekter, der vil være forbundet med tiltaget. Såfremt der er grupper af dyr, tidsperioder, staldtyper eller andet, hvor det ikke vil være muligt at stille krav om reduktion i råprotein, bør denne afgrænsning anføres.

Indhold (fra bestilling)

Med inddragelse af faglig og praktisk ekspertise fra SEGES, udarbejder AU to selvstændige notater for henholdsvis reduceret råprotein i slagtesvin- og malkekvægfoder.

Notaterne skal kunne danne grundlag for MFVM udarbejdelse af baggrundsnotater for de to virkemidler til brug for NEC-ekspertudvalget. AU bedes derfor i forbindelse med udarbejdelse af notaterne være opmærksomme på i hvilken kontekst notaterne skal anvendes efterfølgende, se skabelon for MFVM udarbejdelse af baggrundsnotater, bilag 1.

Notaterne skal som minimum indeholde:

- En overordnet beskrivelse af hvordan virkemidlet tænkes implementeret (fx til hvilket niveau fodere-
rets råprotein indhold kan sænkes, hvilke dyretyper/staldtyper/tidsperioder der kan omfattes, samt
hvordan reduktionen vil kunne dokumenteres).
- En beskrivelse af metode til fastlæggelse af proteinreferenceniveau hvorfra der skal reduceres.

- En vurdering af enheder det giver mening at anvende i en regulering. Er det protein pr kg tørstof, protein pr energienhed eller noget helt tredje?
- En vurdering af behov for eventuelle undtagelser fra krav om reduceret råprotein.
- Beskrivelse af forudsætninger for beregning af ammoniakreduktionseffekten samt beregning af ammoniakreduktionseffekten.
- En kvalitativ og hvis muligt en kvantitativ beskrivelse af sideeffekter herunder som minimum klima, vandmiljø (N og P), natur og lugt.
- Vurdering af eventuelt udfordringer ved et reduceret proteinniveau.
- Vurdering af eventuelt positive gevinster ved indføring af krav om reduceret råprotein i slagtesvin- og malkekvægfoder. F.eks. udvikling af fodereffektiviteten på forskellige typer bedrifter mht. slagtesvin.
- Beskrivelse og vurdering af øvrige relevante forhold.

AU bedes beskrive hvilke typer kvægbesætninger, det kan være en udfordring at inkludere i kravet samt komme med forslag til, hvordan de kan inkluderes i kravet f.eks. dyr på græs.

Den udregnede reduktionseffekt bør fastsættes med en sikkerhedsmargin ifht., hvad der er praktisk muligt med de særlige forhold, der er forbundet med kvægfoder.

FORORD

Notatet er baseret dels på en række nyere forsøg ved Aarhus Universitet (AU Foulum), international litteratur samt data fra praksis leveret fra Seges. Notatet er skrevet af ansatte ved AU, mens data fra praksis, herunder kriterier for deres udvælgelse, er leveret af og diskuteret med seniorkonsulent Henrik Martinussen, Seges.

VIDENGRUNDLAG

Da malkekøer, som andre drøvtyggere, drager fordel af symbiosen mellem værtsdyret og vommens mikrober, er omsætning af næringsstoffer i mavetarmkanalen hos drøvtyggere betydeligt mere kompliceret end hos enmavede dyr. Mikroberne nedbryder en stor del af aminosyrerne i foderets protein. Til gengæld kan mikroberne udnytte ikke-protein-kvælstof (NPN) og danne mikrobielt protein med en god sammensætning af aminosyrer, som efterfølgende er til rådighed for koen via absorption i tyndtarmen. En optimal udnyttelse af kvælstof er således helt afhængig af en optimal forsyning med næringsstoffer både til den mikrobielle fermentering i vommen og efterfølgende til værtsdyret selv.

I typiske danske foderrationer til malkekøer vil 20-40 % og 10-70 % af foderprotein fra henholdsvis grovfoder og kraftfoder passere unedbrudt igennem vommen (Hvelplund & Madsen, 1990). Drøvtyggeren selv forsynes således med protein (aminosyrer) både via mikrobiel syntese i vommen og via protein fra foderet, som undslipper mikrobiel fermentering i vommen; summen af disse to bidrag benævnes AAT (Aminosyrer Absorberet i Tarmen). Proteinet, som er til rådighed for dyret, er således både kvantitativt og kvalitativt markant forskelligt fra det oprindelige foderprotein, og det fører alt i alt til en relativ lav udnyttelse af det optagne kvælstof (Børsting et al., 2001).

Proteinbehov til kvæg angives dels som mængden af AAT, dels som PBV (Protein Balance i Vommen, som udtryk for om der er overskud eller underskud af N i vommen i forhold til mikrobernes N omsætning), og beregnes i fodervurderingssystemet NorFor (Volden, 2011). Foderets indhold af råprotein beregnes ved at multiplicere det analyserede indhold af N med faktoren 6.25. Koens behovs angives for såvel AAT som PBV, og det anbefales at begge normer opfyldes, hvilket oftest medfører, at enten AAT eller PBV tildeles over behovet.

På trods af at malkekøernes behov angives i AAT og PBV, vurderes disse mål at være mindre egnede til en eventuel regulering af foderets proteinindhold. Dette skyldes flere forhold. For det første er der ikke en direkte sammenhæng mellem hverken AAT eller PBV indholdet i rationen, og den udskilte mængde N i urin, som er den del af foderets proteinindhold, der kan give anledning til ammoniakfordampning. For det andet er AAT/PBV systemet baseret på modelberegninger (NorFor), der indbefatter både analyserede værdier og tabelværdier, i en model der udvikler sig over tid, efterhånden som der opnås ny viden. Derfor anbefaler vi, at en evt. regulering af køernes proteintildeling baserer sig på råprotein i rationens tørstof (TS), der er en analyserbar og derfor kontrollerbar enhed. Indholdet af råprotein, AAT og PBV kunne alternativt opgives i forhold til foderets energiindhold målt i MJ. Da også indholdet af MJ er baseret på modelberegninger i NorFor, er der i dette notat anvendt g råprotein/kg TS som enhed. AAT og PBV indholdet i rationen er i visse tilfælde opgivet som yderligere information, men disse størrelser er ikke umiddelbart sammenlignelige på tværs af forsøg pga. forskellige beregningsmodeller gennem årene. Værdien af AAT/PBV systemet er, at det kan beskrive foderproteinets værdi til drøvtyggere, og vil således fortsat være det afgørende værktøj til at sikre, at både koen selv får dækket sit proteinbehov (AAT), og at vommens mikroorganismer får kvælstofbehovet dækket (PBV).

Indenfor de sidste omkring 10 år er der ved AU-Foulum gennemført flere undersøgelser med varierende proteinniveauer til malkekøer i laktationsperioden, i goldperioden og i perioden lige efter kælvning.

Laktationsperiode efter endt mobilisering

For følgende forsøg er hovedresultater vist i tabel 1.

Weisbjerg et al. (2010) med 4 råprotein niveauer (g råprotein/kg TS: 117; 133; 149; 168 i første, 124; 135; 151; 166 i anden forsøgsrunde). Der indgik 32 Dansk Holstein køer i hvert forsøg, og forsøgsdesignet var 8 gentagne 4 x 4 romerkvadrater, hvor køer var blokket efter paritet og dage fra kælvning. Der var således i alt 256 observationer. Periodelængden for hver af de 4 perioder var 14 dage.

Alstrup et al. (2014) med 2 råproteinniveauer kombineret med 2 niveauer af fordøjelighed af grovfoder (g råprotein/kg TS: 157; 139; 160; 140). 48 lakterende Dansk Holstein køer indgik i et 4 x 4 romerkvadrat design med 4 rationer. 20 i første-, 12 anden-, 12 tredje og 4 fjerde laktation. Ved forsøgsstart var gennemsnitlige mål for køerne (gns.±SD) 643 ± 63 kg vægt, 33.9 ± 7.6 kg EKM/dag, 21.3 ± 4.4 kg TS optagelse/dag, og 115 ± 45 dage i mælk (variation fra 33 til 214 dage).

Hymøller et al. (2014) med 2 råprotein niveauer fordelt på 2 energikoncentrationer (g råprotein/kg TS: 159; 139; 162; 142). I alt 61 Jersey og 107 Dansk Holstein køer indgik fordelt på 4 PMR rationer i et 2 x 2 faktorielt design med 2 kraftfoder:grovfoder forhold (energikoncentrationer) og 2 råprotein niveauer. Efter kælvning blev alle køer fodret med høj protein – høj energikoncentration indtil mobiliseringsperioden var afsluttet, defineret som 11 kg (Jersey) eller 15 kg (Holstein) vægtøgning efter min. vægt efter kælvning. Derefter blev køerne enten på høj – høj eller kom på en af de andre 3 kombinationer.

Johansen et al. (2020a. upubliceret). 2 råproteinniveauer (opnået ved forskelligt grovfoderforhold majs – græs) kombineret med 2 fordøjeligheder af græsensilage (g råprotein/kg TS: 158; 154; 180; 171). Forsøgsdesignet var et 4 x 4 romerkvadrat med 9 gentagelser, i alt 36 køer fordelt på 12 førstekalvskøer og 24 ældre køer. Periodelængden var 21 dage.

Johansen et al. (2020b. upubliceret). 2 råproteinniveauer (g råprotein/kg TS: 111; 135) fodret til goldkøer. Forsøgsdesignet var et 2 x 2 romerkvadrat med 6 gentagelser; dvs. i alt 12 goldkøer. Periodelængden var 14 dage, hvor de første 11 dage var tilvænningsperiode.

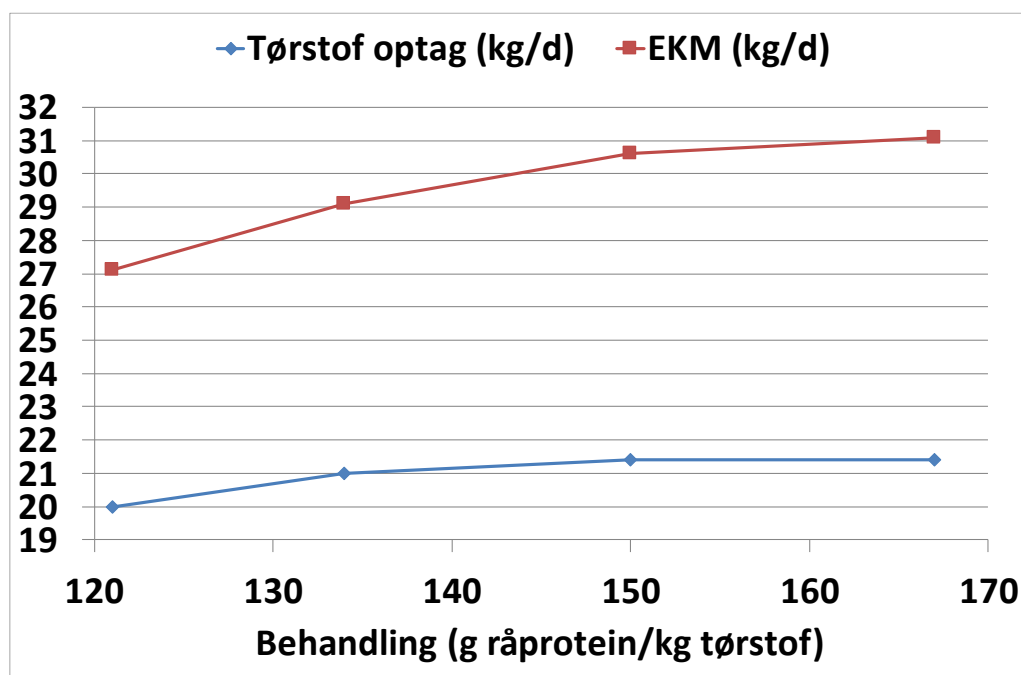
Tabel 1. Sammenstilling af AU-Foulum forsøg i laktationsperioden samt et i goldperioden, hvor der i alle forsøg blev anvendt varierende proteinkoncentration i foderet

					P, effekt af- protein koncentra- tion	Reference og kom- mentarer
Proteinkoncentration (g/kg)	121	134	150	167		Weisbjerg et al. 2010 Gammel AAT/PBV system
AAT (g/kg TS)	87	92	97	102		
PBV (g/kg TS)	-36	-24	-12	-1		
Tørstofoptagelse (kg/d)	20,0	21,0	21,4	21,4	<0,01	
EKM (kg/dag)	27,1	29,1	30,6	31,1	<0,01	
Proteinkoncentration (g/kg)	157	139	160	140		Alstrup et al. 2014 AAT20 PBV20
AAT (g/kg TS)	86,1	78,2	81,1	74,8		
PBV (g/kg TS)	23	13	15	2		
Tørstofoptagelse (kg/d)	24,9	23,8	22,4	21,9	<0,001	
EKM (kg/dag)	34,8	33,5	32,9	31,9	0,003	
Proteinkoncentration (g/kg)	156	139	160	142		Hymøller et al. 2014, uge 9-30 Holstein
AAT (g/kg TS)	158	143	162	148		
PBV (g/kg TS)	93,8	88,9	91,9	87,0		Jersey
Tørstofoptagelse (kg/d)	13,5	-1,5	19	4,0		AAT20
EKM (kg/dag)	21,0	20,2	20,8	19,8		PBV20
	17,5	16,6	16,0	15,8		Holstein
	31,8	29,3	31,2	29,3		Jersey
	25,9	24,6	25,4	24,9		Holstein
						Jersey
Proteinkoncentration (g/kg TS)	158	154	180	171		Johansen et al. 2020a Unpubl
Tørstofoptagelse (kg/d)	24,0	23,7	24,1	23,1	<0,001 (behand- ling)	
EKM (kg/dag)	35,1	35,6	35,7	35,0	0,19 (behand- ling)	
Goldkøer						
Proteinkoncentration (g/kg)	111	152				Johansen et al. 2020b Unpubl.
Tørstofoptagelse (kg/d)	15,2	15,6			0,32	

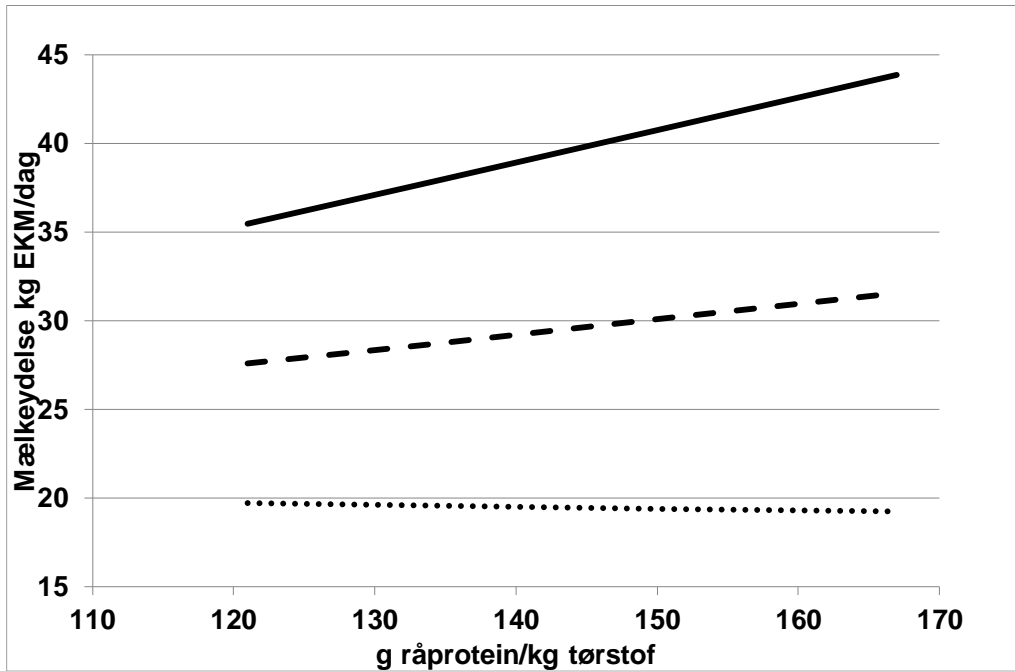
Resultater AU-Foulum forsøg

I de nævnte forsøg har der især været fokus på perioden efter, at køerne har afsluttet mobilering af kroppens reserver, så foderet har skullet passe til køernes aktuelle ydelse, mens det efterfølgende afsnit fokuserer på de særlige forhold, der gør sig gældende, mens køerne mobiliserer i tidlig laktation.

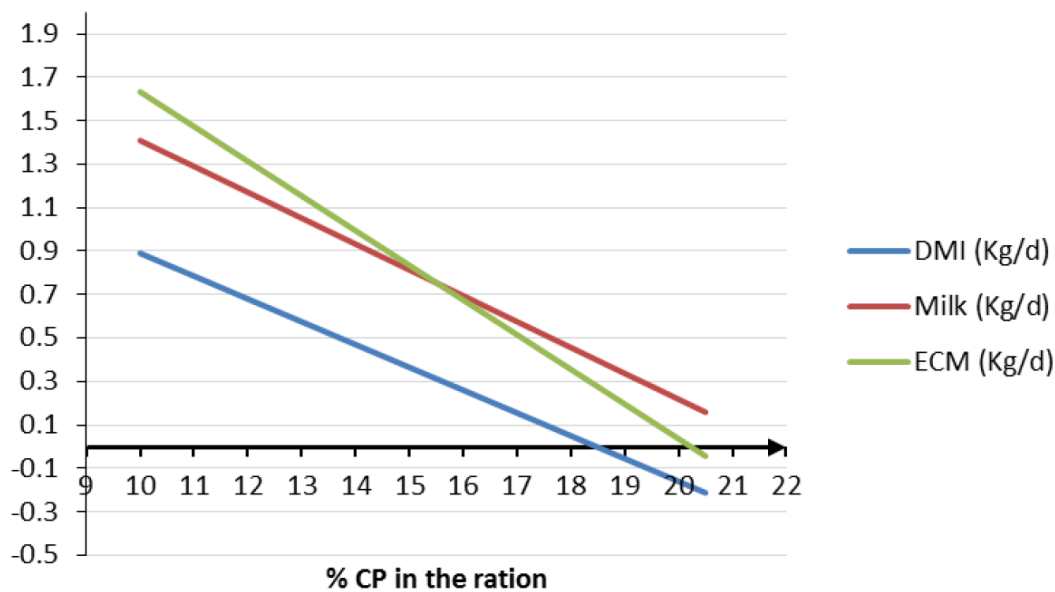
Hovedresultater for foderoptagelse og mælkeydelse er vist i tabel 1. Generelt viser forsøgene for lakterende køer en reduceret foderoptagelse og EKM (energikorrigeret mælk) ydelse ved reduktion i proteinniveau, bortset fra Johansen et al. (2020a). Resultaterne fra Weisbjerg et al. (2010) er også afbildet i Figur 1, der viser, at ved øget råprotein koncentration øges foderoptagelse og mælkeproduktion, men med aftagende merudbytte. Således er øgningen ved at gå fra 150 til 167 g råprotein/kg TS moderat (0,5 kg EKM), og der var ingen effekt på foderoptagelsen. Forsøget var gennemført som romerkvadrat forsøg, og derfor kunne effekten analyseres ifht. de individuelle køers ydelsesniveau (som var konfunderet med deres laktationsstade, dvs. afstand fra kælvning). Denne analyse viste, at jo højere ydelse, jo større respons på protein (Figur 2), og for de lavest ydende sås der ingen respons med de testede koncentrationer. Det kunne derfor forventes, at køer efter mobiliseringsfasen kunne have et lavere krav til råprotein koncentration i foderrationen. Imidlertid viste forsøget (Hymøller et al., 2014) med reduceret proteintildeling efter mobiliseringsperioden, at en reduktion fra niveauet 156-160 til 139-142 g råprotein/kg TS resulterede i en klar reduktion i både foderoptagelse og mælkeproduktion. Ligeledes viste Alstrup et al. (2014), at ved 139-140 g råprotein/kg TS blev foderoptagelse og mælkeproduktion reduceret uafhængig af grovfoderets fordøjelighed, sammenlignet med niveauet 157-160 g råprotein/kg TS. I et forsøg, hvor proteinkoncentrationen i foderet var konfunderet med sammensætning af grovfoderet, var der tilsyneladende ingen positiv effekt af at øge proteinkoncentrationen fra 154-158 til 171-180 opnået ved ombytning af majsensilage med græsensilage (Johansen et al., 2020a).



Figur 1. Effekt af råprotein koncentration i foderrationen på foderoptagelse og mælkeproduktion (Weisbjerg et al., 2010)



Figur 2. Estimerede responser for effekt af råprotein koncentration i foderrationen på responset i mælkeproduktion for lavt (stiplet, 20 kg EKM/dag), middel (brudt linje, 30 kg EKM/dag) og højtydende (fuldt optrukken linje, 40 kg EKM/dag) køer. (mod e. Weisbjerg et al., 2010)



Figur 3. Estimerede effekter for marginal effekt af øget råprotein koncentration (% råprotein (CP) i rationens TS) på foderoptagelse (DMI), mælke- og ECM ydelse (Pena, 2014)

Delkonklusion: 140 g råprotein/kg TS er for lavt til lakterende køer, men tilsyneladende ingen positiv effekt af at øge niveauet til over 155-160 g råprotein/kg TS

Resultater Internationalt:

Fornyligt er der gennemført et større, langvarigt forsøg over 3 laktationer med samme proteinniveau i alle laktationer. Der blev indsat 251 kvier ved 1. kælvning (Reynolds, 2019 og 2020), med 3 tilstræbte niveauer af råprotein (140, 160 og 180 g råprotein/kg TS). Konklusionen var her at 140 g råprotein/kg TS var for lavt, mens der ikke sås nævneværdige forskelle i hverken foderoptagelse, ydelse, sundhed eller reproduktion mellem 160 og 180 g råprotein/kg TS, heller ikke hos køer der gennemførte alle 3 laktationer.

En meta-analyse på forsøg publiceret mellem 1996 og 2012 (Pena, 2014, MSc thesis) viste positiv respons på proteinniveau op til 185 g råprotein/kg TS (marginal ts optagelse $kg = 1,94 - 0,105 \times \% \text{ råprotein}$) for tørstofoptagelse og op til 205 g råprotein/kg TS (marginal ts optagelse $kg = 3,23 - 0,1597 \times \% \text{ råprotein}$) for EKM mælkeydelse (Figur 3). Denne meta-analyse viser, at man internationalt ofte har set positiv respons på øget råprotein selv ved høje niveauer. At denne meta-analyse på lidt ældre internationale (+ nogle af ovennævnte danske) forsøg viser mere positiv effekt end danske forsøg og det ovennævnte engelske (Reynolds et al, 2020), kunne skyldes en kombination af mindre optimale fodringsprincipper og mere pressede rationer mht. næringsstofsammensætning, idet øget proteintildeling kan have erstattet næringsstoffer, som kunne føre til en mindre optimal vomomsætning - disse sammenhænge er dog ikke evidensbaseret.

Delkonklusion: 160 g råprotein/kg TS gennem laktationen og over flere laktationer synes tilstrækkelig (nylig stort engelsk forsøg), men nogle internationale studier viser dog positiv effekt ved højere niveauer.

Tidlig laktation

Larsen et al. (2014): Infusion af vand eller protein til løben (simulering af bypass protein) fra kælvningsdagen og 4 uger frem som supplement til ration med 159 g råprotein/kg TS med 4 ældre køer på hver behandling. Proteininfusionen blev gradvist udtrappet i løbet af de 4 uger og totalt blev der tildelt 13,2 kg ekstra protein pr. ko i løbet af de 4 uger, hvor der blev suppleret med protein.

Larsen et al. (2015): Infusion af vand eller frie aminosyrer til løben (simulering af bypass protein) fra kælvningsdagen og 4 uger frem som supplement til ration med 164 g råprotein/kg TS med 4-5 ældre køer på hver behandling. Aminosyreinfusionen blev gradvist udtrappet i løbet af de 4 uger og totalt blev der tildelt 13,2 kg ekstra protein pr. suppleret ko.

Weisbjerg et al. (2014): Produktionsforsøg med Kontrol- og Høj AAT ration med hhv. 158 og 203 g råprotein/kg TS, hvor øgning af proteinniveau i Høj AAT rationen blev opnået ved brug af proteinfodermidler med høj bypass andel i de første 4 uger efter kælvning. Forsøgsdesignet var et randomiseret blok-forsøg med 70 Holstein køer (32 førstekalvs og 38 ældre) samt 33 Jersey køer (10 førstekalvs og 23 ældre).

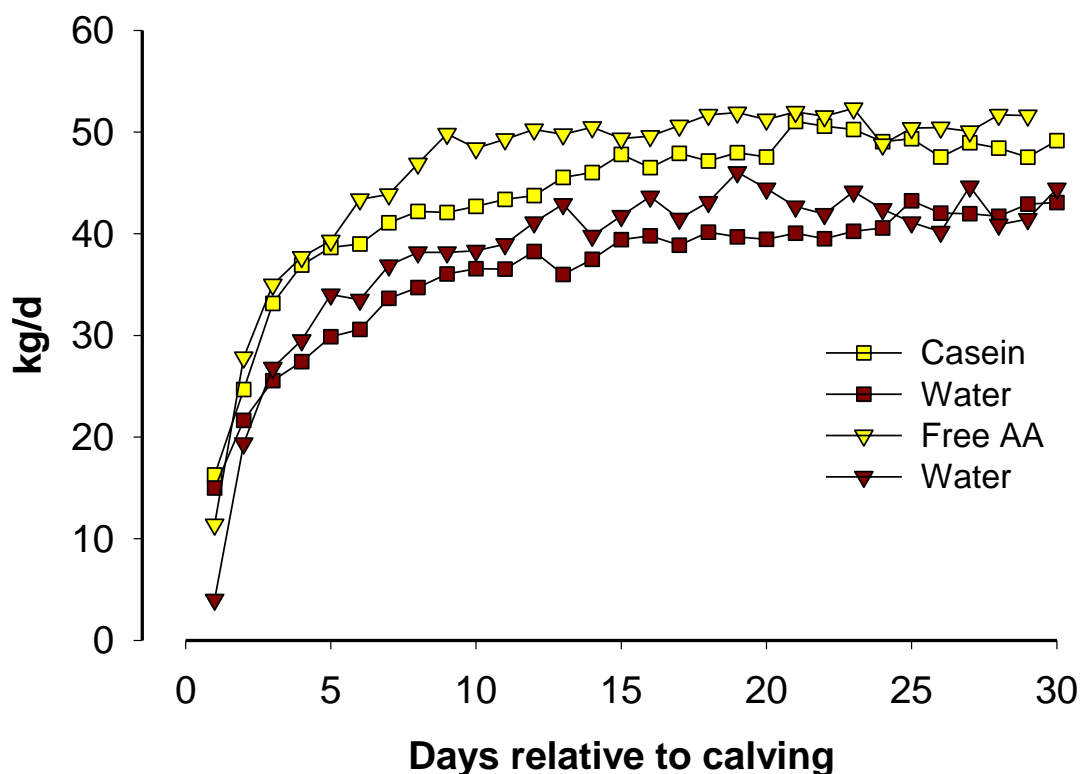
Resultater

Infusion af protein til løben påvirkede ikke stigningen i tørstofoptagelsen (incl. det infunderede protein) efter kælvning i de to forsøg, hvorimod mælkeydelsen steg kraftigere umiddelbart efter kælvning ved infusion af protein til løben end ved kontrolbehandlingen (Figur 4). Således blev der etableret en forskel på omkring 7 kg mælk per dag allerede efter 3 til 4 dage efter kælvning, en forskel som i store træk holdt indtil forsøgets afslutning 29 dage efter kælvning, hvor AAT-forsyningen ikke længere var forskellig mellem infusions- og kontrolbehandlingerne. I produktionsforsøget var tilskuddet af AAT betydeligt, og det bevirkede også en betydelig øgning i proteinoptagelsen. For ældre køer var mælkeydelsen i perioden 1-26 dage efter kælvning øget med 5,9 kg/d for Holstein og med 4,9 kg/d for Jersey i forhold til Kontrol. Førstekalvs køer reagerede derimod ikke positivt på ekstra AAT for hverken Holstein eller Jersey køer.

Når effekten af ekstra AAT forsyning varede ved, også mens den ekstra forsyning blev nedtrappet, rejser det et meget interessant spørgsmål omkring, hvorvidt en betragtelig større AAT-forsyning i den første uge efter kælvning sætter køerne bedre i stand til at udnytte deres genetiske potentiale for mælkeproduktion også i resten af laktationen. Proteinydelsen var markant større ved proteininfusion på dag 4 efter kælvning, hvorimod den ikke var forskellig på dag 29 efter kælvning. Den øgede proteinydelse på dag 4 efter kælvning svarede til at 60 % af den ekstra proteinforsyning i form af infunderet protein blev udnyttet til mælkeprotein. Denne marginale udnyttelse er meget høj i sammenligning med de omkring 20 %, der typisk observeres senere i laktationen (Hanigan et al., 1998).

Delkonklusion: Forsøgene med nykælvere tyder på, at det er muligt at øge EKM ydelsen og kvælstofudnyttelsen hos ældre køer ved at tildele markant mere AAT i den helt tidlige laktation. Den øgede mængde AAT til nykælverne kan sandsynligvis opnås uden at øge den totale proteintildeling i hele laktationen ved i tidlig laktation at anvende protein med en lav nedbrydningsgrad, og dermed en høj andel af AAT, og ved at bruge fasefodring med 2 til 3 proteinniveauer gennem laktationsperioden, idet der kan anvendes et lavere proteinniveau senere i laktationen. En ekstra tildeling på 13 kg protein i tidlig laktation vil kunne modsvares senere i laktationen af en reduktion på f.eks. 0,4 g råprotein/kg TS i 150 dage.

Milk yield - 2 infusion studies



Figur 4. Virkning på mælkeydelsen af proteininfusion til løben som kasein (gule firkanter; Larsen et al., 2014) eller frie aminosyrer (gule trekantede; Larsen et al., 2015) svarende til 700 g protein/d umiddelbart efter kælvning og gradvist reduceret i de efterfølgende 4 uger. Der blev observeret en gennemsnitlig ydelsesstigning på ca. 20 % i de 4 uger.

Goldperiode

Goldkøer forventes at have et lavere behov for råprotein pr. kg TS end lakterende køer, fordi lakterende køer har behov for et højere proteinindhold i den del af foderet, der går til mælk end del, der går til koens vedligehold, hvorimod goldkøer kun har et lille ekstra proteinbehov til fostervækst og egen tilvækst ud over det relativt lave behov til vedligehold. Johansen et al. (2020b) fandt, at reduktion i proteintildeling fra 152 til 111 g råprotein/kg TS resulterede i en ikke signifikant lille numerisk reduktion i foderoptagelse. Dette forsøg er ikke færdiganalyseret, men antyder at goldkøer kan tolerere lavere proteinkoncentration i foderet end lakterende køer.

Delkonklusion: Goldkøer kan sandsynligvis tolerere proteinkoncentrationer ned til 120-130 g råprotein/kg TS

Resultater Internationalt

Der er gennemført en række forsøg, især i 1990'erne, omkring betydning af proteinniveau i goldperioden og virkning på produktion i efterfølgende laktation. Kokkonen (2014) inkluderede 15 publikationer med tilsammen 47 rationer i en meta-analyse for at undersøge virkning af rationens proteinniveau i de sidste 3 uger før kælvning på mælkeydelse, proteinydelse, foderoptagelse og vægttab i efterfølgende laktation. Rationerne blev kategoriseret som værende baserede på 1) majsensilage og sojaskrå, 2) græsensilage eller 3) andet.

Meta-analysen viste, at for majsensilage og sojaskrå baserede rationer var der negativ virkning på proteinydelse og foderoptagelse i efterfølgende laktation ved proteinniveauer over 140 g/kg TS, mens proteinniveau havde begrænset virkning i græsensilage baserede rationer. Vægttab i efterfølgende laktation var generelt ikke påvirket af proteinniveau.

Delkonklusion: Med hensyn til produktion i efterfølgende laktation er der sandsynligvis ikke grund til at anvende rationer i de sidste 3 uger af goldperioden med et råproteinindhold over 140 g/kg TS uanset rationstype.

Set over de ca. 2 måneders goldperiode formodes det, at et gennemsnitligt indhold på 130 g råprotein/kg TS er tilstrækkeligt.

Samlet konklusion vedr. videngrundlag for effekt af råprotein på foderoptagelse og produktion

Det er ovenfor konkluderet, at køerne set over hele laktationen vil være dækket ind af ca. 160 g råprotein/kg TS og 130 g/kg TS i goldperioden. Goldkøerne er golde i ca. 8 uger. Hvis udskiftningsprocenten er på 35 betyder det, at ca. 10% af køerne i en besætning er golde. Forudsat goldkøerne æder 9 kg TS/dag og de lakterende 24 kg TS/dag (Hellwing & Børsting, 2020) betyder det, at kun ca. 4% af tørstofindtagelsen for en årsko stammer fra goldperioden. Dermed vil behovet for en årsko kun være 1 g mindre end for de lakternede, dvs. 159 g råprotein/kg TS.

Sundhed og reproduktion

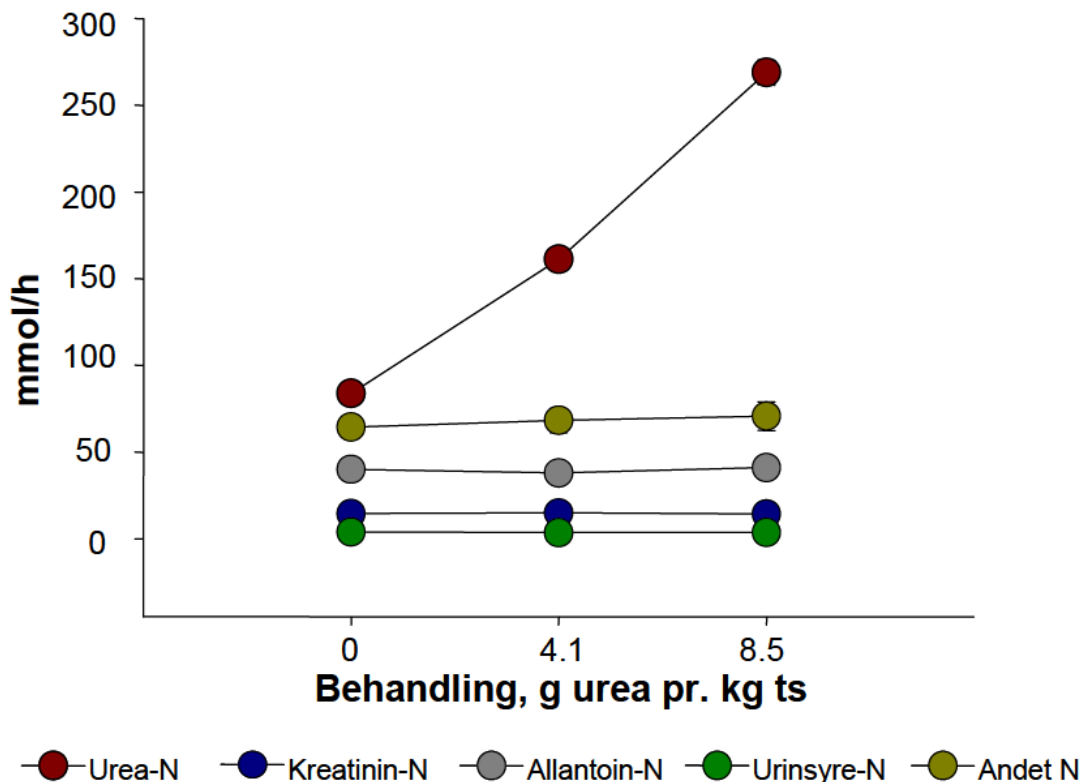
Ved et proteinniveau, hvor foderoptagelsen og mælkeydelsen ikke er påvirket negativt, må det i udgangspunktet forventes, at der ikke vil være problemer med køernes sundhed og reproduktion, men det har dog ikke været undersøgt i ovenstående forsøg, da det kræver et større antal køer i hvert forsøg. Reynolds (2019) har i et forsøg over 3 laktationer vist, at der ikke var forskel på 160 og 180 g råprotein/kg TS mht. hverken køernes reproduktion, sundhed eller holdbarhed.

Ammoniak emissionen

Urinen har et forholdsvis konstant indhold af ikke-urea N, mens det er urea N, der reduceres ved reduceret proteinforsyning, som det er anskueliggjort i Figur 5 fra Røjen et al. (2010). Weisbjerg et al. (1998)

fandt for malkekøer, at ved proteinniveauer på henholdsvis 152 og 118 g råprotein/kg TS var N udskillelsen i urinen 109 og 47 g/dag, mens urea N var 65 og 8 g/dag, dvs. ikke-urea-N var på henholdsvis 44 og 39 g/dag, dvs næsten konstant som det også fremgår af Figur 5.

Delkonklusion: Reduktion i N udskillelsen i urinen som respons på reduceret proteinindtag skyldes næsten alene reduktion i ureaudskillelsen, mens udskillelsen af andre N komponenter er forholdsvis konstant.



Figur 5. Udskillelse af N-holdige komponenter i urin (Røjen et al., 2010).

Ammoniakudledningen fra kvægstalde har primært oprindelse i gødningens indhold af urin-N, som efter kontakt med bakterier omdannes til ammonium og ammoniak. Ammoniakudledningen fra stalde er påvirket af en række faktorer såsom gyllens ammoniumkoncentration, pH, temperatur og overfladeareal (andel spaltegulv af sti-/staldareal). Derudover spiller forhold omkring indeklima (ventilation og luftstrømme) over gylleoverfladen en rolle for ammoniakfordampningen. Betragtes alene foderets betydning for ammoniakudledningen, bevirker en reduktion af foderets råproteinindhold, at udskillelsen af kvælstof og især af urin-N reduceres, samt at gyllens pH reduceres (Cahn et al., 2012), hvilket i begge tilfælde har en reducerende effekt på ammoniakfordampningen fra gylle. Forsøg med svin viser, at reduceret udskillelse af urinstof også kan reducere urinmængden og dermed gyllemængden (Pheiffer et al., 1995; Suzuki et al., 1998), hvilket delvis modvirker faldet i koncentrationen af ammonium-N i gylle. Nye forsøg med kvier (Johannesen, 2020c) har vist et fald i vandindtagelsen (drikkevand + vand i foder) på 1,5 – 2,5 % for hvor 10 g reduktion i kviernes totale proteinoptagelse, når proteinniveauet varierede mellem 98 og

170 g råprotein/kg TS, hvor proteintildelingen blev justeret uden at ændre på grovfoderet. Det må formodes at urinudskillelsen har afspejlet ændringen i vandoptagelsen. Hvorvidt samme forhold er gældende for malkekøer er uklart, idet urinnmængden også påvirkes af andre ernæringsmæssige faktorer. Såvel gyllevolumen-effekten som pH-effekten er vanskelig at forudsige, hvorfor det bedste estimat for ammoniakfordampningen er, at den er ligefrem proportional med mængden af urin-N, dvs. at hvis urin-N reduceres med X% vil ammoniakudledningen tilsvarende reduceres med X%. Dette vil være gældende i både stald, lager og ved udbringning.

I tabel 2 er vist reduktionen i ammoniak N ab lager i forhold til reduktion i foderets indhold af råprotein, dels ved gylle, dels ved dybstrøelse beregnet efter samme metode, som anvendes i normtal for husdyrgødning (Hellwing & Børsting, 2020).

Tabel 2. Urin N (=TAN-N, kg/ko/år) for henholdsvis stor race og jersey ved forskelligt indhold af råprotein i foderet, samt procentvis reduktion i NH₃-N ab lager for henholdsvis gylle og dybstrøelse ved reduktion af råprotein fra de 170 g/kg TS pr. årsko, som er grundlag for normtal for husdyrgødning for planperioden 2020/21

Råprotein g/kg TS	Urin-N Stor race (Kg/ko/år)	Urin-N Jersey (Kg/ko/år)	Gylle (% reduction i NH ₃ -N ab lager)	Dybstrøelse (% reduction i NH ₃ -N ab lager)
170	72,6	59,0	-	-
165	66,3	53,9	8.7	4.0
163	63,8	51,9	12.1	5.6
160	60,0	48,8	17.3	8.0

Usikkerhed mht. at dække malkekøernes proteinbehov i praksis

Analyseusikkerhed

Ved vurdering af malkekøernes behov for råprotein er det essentielt, at man samtidig sikrer, at behovet for AAT og PBV kan opfyldes, idet der ved samme proteinkoncentration kan være en betydelig forskydning i både AAT og PBV, afhængig af både proteinkilde (nedbrydningsgrad i vommen og fordøjelighed af unedbrudt foderprotein) og rationens fermenterbarhed og hermed mikrobiel proteinsyntese og behov for nedbrudt protein til denne syntese.

Øget protein forsyning vil typisk give øget foderomkostning (positiv pris på suppleringsprotein), men der kan være situationer, f.eks. hvor der fodres med store mængder proteinrigt kløvergræsensilage eller med frisk græs på stald eller ved afgræsning, hvor reduktion af proteinniveauet vil medføre en øget foderomkostning (negativ pris på suppleringsprotein), fordi det proteinrige græs eller græsensilage er billigere end de fodermidler, det kan erstattes med for at reducere proteinniveauet.

Information omkring råproteinindhold er typisk baseret på analyser af ensilage (NIR kalibreret til vådekemisk analyse), hvor der typisk foreligger en analyse pr. ensilage stak/silo, baseret på en enkelt eller evt. flere boreprøver eller anden prøveudtagning. For kraftfoderblandinger er indholdet baseret på garanti fra sælger, for indkøbte individuelle kraftfodermidler og biprodukter garanti fra sælger, for hjemmedyrket korn og proteinfodermidler og andre fodermidler typisk på tabelværdier. Ud af koens samlede proteinforsyning vil en typisk fordeling i konventionelle besætninger være at ca. 40% kommer fra grovfoderet og resten fra kraftfoderet, hvorimod forholdet er omvendt i økologiske besætninger (Martinussen og Kjeldsen, 2020).

Proteinkoncentrationen (g råprotein/kg TS) i rationer på den enkelte bedrift er derfor underlagt en betydelig usikkerhed, og derudover kan proteinnedbrydningsgraden og tarmfordøjeligheden variere og dermed AAT og PBV værdien selv ved samme råproteinkoncentration. Ud over variation i foderblandingsproteinindhold, kan der også være forskel i det de enkelte køers optager, hvis køerne kan sortere i foderet.

Størrelsen af usikkerheden på koncentrationen af råprotein i foderrationen på den enkelte bedrift er svært at estimere. Resultater fra NIR analyser foretaget på prøver af PMR, dvs. grundblandinger, der ikke indeholder al kraftfoderet i koens daglige ration (N=1839) og TMR, dvs. fuldfoderblandinger (N=2938) fra praksis (Martinussen og Kjeldsen, 2020) viser, at der kan forekomme store forskelle mellem det analyserede og det beregnede råproteinindhold i den foderplan, der var blandet efter. For PMR prøver var afvigelsen i gennemsnit på 1,9 g råprotein/kg TS med en spredning på 10 g/kg TS, og for TMR prøver var afvigelsen i gennemsnit på 0,7 g/kg TS med en spredning på 10 g/kg TS. Således kan usikkerheden på proteinindholdet vurderes til at være ± 20 g råprotein/kg TS ($\pm 2 \times$ spredning) svarende til at ca. 95% af de udtagne prøver vil ligge indenfor det planlagte interval ± 20 g råprotein/kg TS. Denne usikkerhed omfatter såvel usikkerhed på råproteinindholdet i fodermidlerne som blandeusikkerhed, samt desuden prøveudtagnings- og analyseusikkerhed. En del af afvigelserne i dette datasæt kan dog forklares ved, at nogle af de analyserede prøver var indsendt af landmænd og rådgiverenetop pga. mistanke om fejl eller afvigelser i forhold til det planlagte.

Produktionsdata fra praksis

I tabel 3 er vist data fra ca. 100 malkekvægsbesætninger af stor race, hvor der er lavet foderopgørelser i løbet af 2019. I tabellen er besætningerne inddelt i fraktiler i forhold til det anvendte proteinniveau, med ca. 20 besætninger i hver fraktil. Disse bedrifter har deltaget i det koncept, der kaldes Kvægnøglen. Foderopgørelsen bygger på foderkontroller, der skal indeholde både goldkøer, malkende køer samt opdræt, så det forbrugte foder kan fordeles korrekt på disse kategorier af dyr. Der skal desuden være opgørelser af indkøbt foder samt statusopgørelser af dette foder til kontrol og korrektion af foderkontrollerne, så foderkontrollerne stemmer med det faktiske foderforbrug gennem den opgjorte periode. Data er som hovedregel kvalitetssikret af en kvægrådgiver.

Den midterste fraktil af besætninger har anvendt 170 g råprotein/kg TS, hvilket netop svarer til det proteinindhold, der er lagt til grund for de nye normtal 2020/21 for husdyrgødning (Hellwing og Børsting, 2020), idet disse normtal i stor udstrækning er baseret på det samme datasæt.

Tabel 3. Malkende + goldkøer af stor race. Data fra Foderopgørelser i 2019. (Martinussen og Kjeldsen, 2020).

Råprotein, g/kg TS	152,1-164,4	164,4-168,3	168,3-172,1	172,1-174,8	174,8-183,6
Fraktil	0-20 %	20-40 %	40-60 %	60-80 %	80-100 %
Antal besætninger	20	22	21	20	20
Råprotein, g/kg TS	159,4	166,5	170,3	173,4	177,7
EMK, kg/ko/dag	29,2	31,1	31,7	31,1	32,7
Foderoptagelse, kg TS/ko/dag	21,5	22,8	22,8	22,5	23,3
Energioptagelse, MJ/dag	139	149	151	149	156
Energikoncentration MJ/kg TS	6,47	6,53	6,63	6,65	6,69
Energiudnyttelse, %	98,6	96,9	97,6	96,5	97,0

Umiddelbart tyder det på, at der sker et lille fald i EKM ydelsen i praksis, når proteinindholdet reduceres. Det er dog vigtigt samtidigt at sammenholde ydelsen med rationens energikoncentration. I NorFor afstemmes foderplanen således, at foderets energikoncentration, og dermed den planlagte energioptagelse, er afstemt til besætningens aktuelle ydelse.

For at studere effekten af energioptagelsen og råprotein/kg TS nærmere, er det i Tabel 4 beregnet, hvor meget ydelsen ændres i procent i forhold til ændringen i disse to inputfaktorer. Da det gennemsnitlige proteinniveau i midterfraktilen på 170 g/kg TS i alle tilfælde må forventes at være tilstrækkeligt, er der regnet på ændringer ved at gå fra gennemsnittet for de tre fraktiler med de højeste og fuld tilstrækkelige proteinniveauer til henholdsvis den laveste og næstlaveste fraktil mht. protein/kg TS.

Tabel 4. Effekt af ændret proteintildeling beregnet ud fra data i Tabel 3. **Opgivet i %-reduktion** i forhold til hvad, der blev opnået i gennemsnit for de 3 fraktiler, der dækker de 40-100% af besætninger med de højeste proteinniveauer.

	0-20 % fraktil i forhold til gennemsnit af 40-100% fraktilerne	20-40 % fraktil i forhold til gennemsnit af 40-100 % fraktilerne
EMK produceret pr. ko, kg/dag	8%	2%
Energioptagelse, MJ/dag	9%	2%
Råprotein, g/kg TS	8%	4%

Ved det lavere indhold på i gennemsnit 166,5 g råprotein/kg TS i den næstlaveste fraktil var mælkeydelsen 2% lavere end gennemsnittet af de tre højeste fraktiler, hvilket er præcis den samme forskel som for energioptagelsen, mens proteinindholdet i foderet blev reduceret med 4%.

I den laveste fraktil var råprotein i gennemsnit 159,4 g/kg TS, og for disse besætninger var ydelsen 8 % lavere, mens energioptagelsen var 9% lavere og protein indholdet var 8% lavere.

Selvom der således har været lavere ydelse i besætninger, der anvender lavere proteinniveau, er det lavere proteinniveau dog næppe hovedårsagen til den lidt lavere ydelse, da det er mere sandsynligt, at ydelsen hænger sammen med energioptagelsen, da foderets energiindhold netop er planlagt til at passe til besætningens aktuelle ydelse.

Data tyder således på, at der i praksis kun er en marginal lavere ydelse (2%) i besætninger, der fodrer med 166 g protein/kg TS i forhold til besætninger, der fodrer med mere end 170 g protein/kg TS, og at det lavere niveau for ydelse sandsynligvis skyldes en lavere energikoncentration i foderet og energioptagelse hos køerne. Hvis proteinniveauet kommer ned på 159 g/kg TS er der en væsentlig lavere ydelse (8%), men også i disse besætninger, er årsagen formentligt i højere grad den lavere energitildeling end mangel på protein.

Alt i alt tyder disse data fra praksis på, at det er muligt at fodre med 166 råprotein/kg TS uden tab af ydelse og formentligt vil der heller ikke være et væsentligt fald i ydelsen selvom niveauet sænkes yderligere til et sted imellem 159 og 166 g/kg TS, når blot energiforsyningen opretholdes, og forudsat at foderet faktisk indeholder den planlagte mængde og kvalitet protein.

Ved vurdering af om der er behov for forskelligt protein/kg TS i forskellige besætninger, er det relevant at overveje om øget ydelse giver behov for ekstra protein pr. kg TS, som forsøget i Figur 2 af Weisbjerg et al. (2010) tydede på. Dette kan skyldes, at behovet for protein til den del af foderet, der går til mælk, er større end den del, der går til koens vedligehold. Dette forhold kan have betydning dels pga. den løbende ydelsesstigning, dels fordi ydelsen i nogle besætninger er højere nu, end det var i de ovennævnte forsøg, og stigningen i ydelsen forventes at fortsætte fremover.

Data fra praksis i Tabel 3 har vist, at der typisk anvendes foder med et højere energiindhold i besætninger med højere proteintildeling og højere ydelse. Med køernes stigende potentiale for mælkeydelse er det en udfordring, at fodre køerne så de kan optage en tilstrækkelig mængde energi. Derfor fodres der i højt-ydende besætninger typisk med foder, der har et højere energiindhold pr. kg TS. Hvis der sættes en maksimal grænse på råprotein/kg TS betyder dette, at indholdet af råprotein i forhold til energi (g råprotein/MJ) vil være lavere ved høj ydelse. Dette er en udfordring, fordi køerne reelt har et lidt højere AAT behov pr. MJ ved højere ydelse. Denne udfordring kan i princippet løses ved at anvende flere fodermidler med en lav proteinnedbrydningsgrad, og dermed et højere AAT indhold pr. kg råprotein. Sådanne proteinkilder er typisk fremstillet ved at give en ekstra behandling med f.eks. varme, og det kan derfor ofte føre til en dyrere proteinforsyning, end f.eks. protein fra hjemmeavlede græsprодукter.

Hvis der indføres regler for et maksimalt indhold af protein/kg TS vil det pga. den løbende ydelsesstigning være relevant, at der med få års interval ses på sammenhængen mellem ydelsen og forsyningen med protein, og hvad det koster at opfylde proteinbehovet til en højere ydelse med protein af den rette kvalitet, dvs. med høj mængde af AAT i råprotein.

Fasefodring

Som det er beskrevet ud fra forsøgene ovenfor, kan der anvendes forskelligt protein/kg TS i løbet af laktationen i forhold til ydelsen, dvs. fasefodring. Nogle malkekvægsbedrifter er imidlertid indrettet, så det ikke er muligt at praktisere fasefodring med staldens eksisterende udstyr og indretning. Dette kræver nemlig, at stalden er indrettet, så køerne kan inddeles i flere hold, der fodres med forskellige foderrationer. Alternativt kan der gives forskellig mængde kraftfoder afhængig af ydelse i kraftfoderautomater eller i malkerobotter, hvis sådanne findes i stalden.

Race

Der findes kun lidt forskning, hvor proteinbehovet til Jersey i forhold til køer af stor race er undersøgt i samme forsøg. Som det fremgår af Tabel 1 har Hymøller et al. (2014) dog lavet et enkelt forsøg, der belyser dette. I dette forsøg var der mindre eller samme effekt på foderoptagelse hos Jersey ved at reducere proteinniveauet fra ca. 160 til ca. 140 g råprotein/kg TS. Også EKM-ydelsen faldt mindre ved reduceret

protein hos Jersey end ved stor race. I forsøget beskrevet ovenfor var der samme effekt af at tildele høj AAT niveau til nykælvere af Holstein og Jersey race (Weisbjerg et al., 2014).

Tabel 5 viser praksisdata fra foderkontroller udført i perioden 1.5.2019 – 30.4.20. En foderkontrol på en bedrift består af vejninger af det foder, der udfodres til de dyregrupper kvægbrugeren ønsker at lave foderkontrol på, samt beregning af næringsstofsammensætningen ud fra dels egne analyser på fodermidlerne, hvilket typisk gælder for grovfoderet, mens der for indkøbte foderblandinger anvendes det deklarede indhold og for øvrige fodermidler anvendes tabelværdier. Det vil typisk være grupper af malkende køer, der udføres foderkontrol på, mens foderkontrol på goldkøer udføres i langt færre bedrifter. I modsætning til ovennævnte foder**opgørelser** fra Kvægnøglen foretages der ikke ved disse foder**kontroller** en afstemning i forhold til forbrugt foder i en given periode, og disse foderkontroller er derfor behæftet med større usikkerhed. Der kan være mange foderkontroller på en bedrift i løbet af et år, og der kan være få. Ved opgørelsen i tabel 5, er der genereret et gennemsnit over året for alle foderkontrollerne pr. bedrift.

I modsætning til at Hymøller et al. (2014) fandt, at der var en mindre negativ effekt af at reducere protein til Jersey end til stor race, så anvender man i praksis til konventionel produktion ca. 2,5 g mere protein/kg TS til Jersey end til stor race til de lakterende køer (tabel 5).

Data fra foderkontrollerne i praksis (Martinussen og Kjeldsen, 2020 data ikke vist) tyder dog på, at i hvert fald ned til 163 g råprotein/kg TS er der intet fald i hverken TS-optagelsen eller ydelsen hos Jersey.

Tabel 5. Gennemsnitlige værdier fra foderkontroller fra 2019/20 for malkende køer opdelt i økologiske og konventionelle bedrifter og efter race, antal besætninger i parentes. (Martinussen & Kjeldsen, 2020)

	Jersey økologisk	Jersey konventio- nel	Stor race økologisk	Stor race konventio- nel
Antal besætninger	31	215	265	1327
Råprotein, g/kg TS	175,5	175,6	168,7	171,9
AAT, g/MJ	16,3	17,0	15,4	16,1
PBV, g/kg TS	21,1	16,2	25,3	21,3
Kg EKM	29,2	30,6	31,6	34,8
Foderoptagelse, kg TS	20,3	19,8	23,5	24,2
Energioptagelse, MJ/dag	132	129	152	160
Energikoncentration, MJ/kg TS	6,53	6,56	6,49	6,64

Afgræsning og økologi

For de **økologiske** malkekøer er der lovkrav om, at de skal på græs i sommerhalvåret, som strækker sig fra 15. april til 1. november, når vejret tillader det. I de dage skal køerne være på græs i minimum seks timer.

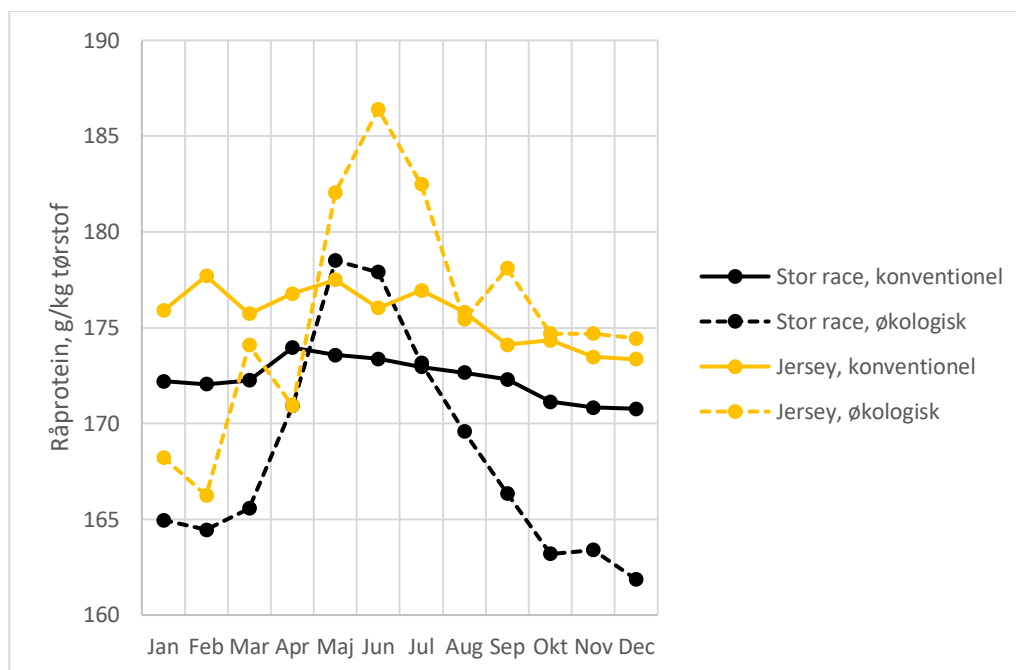
Bedrifter med høj andel af afgræsning eller græsmarksafgrøder i staldfoderrationen kan have svært ved at formulere rationer, som opfylder kravet til rationens indhold af AAT ved et lavt indhold af råprotein. Det skyldes, at råprotein- og PBV-indholdet i græsmarksafgrøder typisk ligger højt, mens indholdet af AAT er relativt lavt.

For køer, herunder økologiske, der får en væsentlig andel af deres foder under afgræsning, er det vanskeligt at styre proteinindholdet i den samlede ration. Dette indhold er bl.a. afhængig af proteinindholdet i det optagne græs og den optagne græsmængde, og ingen af disse kan måles. Økologiske malkekøer (og andre græssende malkekøer) fodres stort set altid med suppleringsfoder på staldd. Sammensætningen af dette foder kan mælkeproducenten selv styre, men alligevel er det ikke muligt med sikkerhed at styre eller dokumentere proteinindholdet i den samlede ration, mens køerne går på græs.

Af tabel 5 fremgår det at, råproteinindholdet set over hele året som gennemsnit er ens for økologiske og konventionelle Jersey besætninger, mens det for stor race er lidt lavere for økologiske besætninger.

Figur 6 viser, at der som forventet for økologiske køer af begge racer er en meget stor årstidsvariation i foderets råproteinindhold. Proteinindholdet er i de økologiske besætninger meget højere ved afgræsning om sommeren end om vinteren, mens indholdet er nogenlunde konstant hen over året for de konventionelle besætninger. Her skal gøres opmærksom på, at det angivne proteinindhold under afgræsning er tilnærmede værdier, fordi hverken den optagne græsmængde eller proteinindholdet er målte, men kun anslåede værdier.

Økologiske malkekvægsbesætninger udgør 15% af det samlede antal besætninger, mens 13% af de danske malkekøer er økologiske. Foderopgørelser fra Seges viser, at 10% af de 39 jersey besætninger og 20% af 115 besætninger med stor race, som har lavet foderopgørelser i 2019, anvender frisk græs. I disse besætninger har det daglige gennemsnitlige indtag af græs kun udgjort henholdsvis 1,2 og 1,7 kg TS, når indtaget er fordelt ud over hele året. Frisk græs udgør således under 10% af det samlede foderindtag til i disse besætninger. Hvis denne græsmængde sættes i forhold til alle de 154 besætninger, der var med i opgørelsen, har køerne i gennemsnit kun indtaget ca. 0,3 kg TS pr. dag fra græs. Forudsat at disse tal er dækkende for alle landets besætninger, udgør frisk græs en forsvindende lille del af det foder, der bliver anvendt til malkekøer.



Figur 6. Årstidsvariationen i rationens indhold af råprotein/kg TS for økologiske og konventionelle malkekøer af henholdsvis stor race og Jersey. Data fra Foderkontroller 2019/20. (Martinussen & Kjeldsen, 2020).

Økologiske foderrationer vil typisk være kendetegnet ved høj andel af græsmarks- og bælglanteafgrøder både under afgræsning og om vinteren. Økologiske bedrifter er underlagt krav om minimum 60 % grovfoderandel, fodermidler skal være økologisk dyrkede, og der må således ikke anvendes fodermidler, der indeholder GMO. Denne begrænsning i valget af fodermidler til afstemning af foderrationen hos økologiske bedrifter kan give udfordringer med hensyn til proteinforsyningen til køerne, idet foderrationens sammensætning gør, at minimumskravet til AAT kan være svært at overholde uden at øge proteinindholdet. Det fremgår af tabel 5, at økologerne har anvendt rationer med et lidt lavere AAT indhold og samme (Jersey) eller lavere råproteinindhold end konventionelle.

Sideeffekter herunder klima, vandmiljø (N og P), natur og lugt

Lugt

Mange af de lugtstoffer, der er identificeret i luften i stalde, kan relateres til specifikke næringsstoffer i foderet (Spoelstra, 1980), hvilket har ført til en hypotese om, at et lavere foderforbrug og balanceret aminosyresammensætning kan reducere produktionen af lugtstoffer. Der er ikke fundet undersøgelser omfattende kvægstalde, mens der er gennemført en række forsøg i såvel Danmark som internationalt med henblik på at undersøge og dokumentere en eventuel effekt af reduceret råprotein i foderet på lugtemissionen fra svinestalde. Der er imidlertid ikke fundet dokumentation for, at reduceret råprotein i foderet i det niveau, der pt. anvendes i Danmark, reducerer lugtemissionen fra slagtesvinestalde (Le et al., 2009; Hansen et al., 2007; Hansen et al. 2014).

For de øvrige spørgsmål om sideeffekter er der ikke i dette notat foretaget en kvantitativ beskrivelse, men kun nedenstående korte kvalitative udsagn.

Klima

Reduktion af foderprotein reducerer ammoniakudledningen, hvilket netop er en fordel for klimaet.

Vandmiljø

Effekten på vandmiljøet ved reduceret N i foderet og dermed i husdyrgødningen vil afhænge af hvilken anden gødskning, det bliver erstattet af.

I kvægfoder anvendes der sjældent tilskud af mineralsk P, idet fodermidlerne indeholder så meget P, at behovet ofte er mere end dækket. Hvis foderproteinet reduceres ved at sænke indholdet af kraftfoderråvarer, der ofte har et højt P indhold, vil niveauet af P i foderet eventuelt falde lidt, hvorved indholdet af P i gødningen også vil falde.

Natur

En lavere mængde udskilt urin-N af dyr reducerer ammoniaktabet fra stald, under lagring af husdyrgødningen samt under udbringning af husdyrgødningen. Hovedparten af ammoniakken deponeres primært tæt ved kilden, men en andel omdannes til partikler, som kan transporteres over store afstande. Reduceret ammoniakemission vil være en fordel for naturtyper, der har bedre konkurrencevilkår ved lav N tilførsel.

Kontrol og dokumentation

For at den enkelte bedrift kan dokumentere råprotein/kg TS i foderet til malkekøerne vil det være nødvendigt, at den enkelte bedrift gennemfører foderkontroller ligesom de besætninger, der har leveret data til ovenstående tabeller. I det seneste år har 1545 besætninger gennemført sådanne kontroller, svarende til ca. halvdelen af landets knap 3.000 besætninger med malkekvæg. De mere nøjagtige foderopgørelser, hvor der skal gennemføres et vist antal foderkontroller pr. år, og hvor foderforbruget skal afstemmes af en rådgiver i forhold til det forbrugte foder, gennemføres kun i ca. 100 besætninger.

Det vil være op til myndighederne at afgøre kravene til hyppighed og kvalitet af sådanne foderkontroller, men et udgangspunkt kunne være at stille de samme krav, som når mælkeproducenter ønsker at lave en Type 2 korrektion af husdyrgødningens næringsstofindhold. I så fald vil de fleste mælkeproducenter skulle registrere og kontrollere mere omkring deres fodring end de gør for nuværende.

Det er en udfordring for dokumentation af den reelle proteintildeling til malkekøer, at der som oftest er kvier på de samme bedrifter. Når der ikke er lagt op til begrænsning og kontrol af kviernes proteintildeling, vil det være svært at kontrollere, om der indkøbes ekstra protein til kvierne, som i stedet anvendes til køerne.

Potentialet for at reducere udskillelse af N i urin ved forbedret foderudnyttelse er ikke taget med som et virkemiddel, bl.a. fordi det er en parameter, som landmanden hverken kan planlægge på forhånd eller styre i den løbende drift. I princippet kunne der dog genereres en model, hvor max. proteinindhold/kg TS blev fastsat ud fra besætningens foderudnyttelse i en forudgående periode, f.eks. det foregående år. Modellen skulle i så fald laves, således at der ved en bedre foderudnyttelse måtte anvendes et ekstra proteinindhold/kg TS svarende til, at g N i urin ikke blev øget.

KONKLUSION

Baseret på ovenstående forskningsbaserede redegørelse, finder vi at foderoptagelse, mælkeproduktion, sundhed og reproduktion for malkekøer vil kunne opretholdes ved følgende proteinforsyning (g råprotein/kg TS), forudsat at rationerne i øvrigt er optimerede mht. AAT og PBV, og forudsat at foderet hver dag til den enkelte ko har det planlagte indhold:

Lakterende: 160 g råprotein/kg TS som gennemsnit for hele laktationen

Goldkøer: 130 g råprotein/kg TS som gennemsnit for hele goldperioden

Årsko: 159 g råprotein/kg TS

Med den store usikkerhed, der findes i foderets sammensætning i forhold til det planlagte i praksis kunne udgangspunktet for en regulering f.eks. være:

Lakterende: 166 g råprotein/kg TS som gennemsnit for hele laktationen

Goldkøer: 140 g råprotein/kg TS som gennemsnit for hele goldperioden

Årsko: 165 g råprotein/kg TS

Ud fra ovenstående redegørelse må det formodes 165 g råprotein/kg TS pr. årsko vil være tilstrækkeligt til at opnå en uændret mælkeproduktion, sundhed og reproduktion i praksis i forhold til det nuværende niveau på 170 g. Dette vil dog kræve, at alle mælkeproducenter lykkes med at lave foderblandinger med en lavere afvigelse fra det planlagte end de resultater, der er fundet i praksis af Martinussen og Kjeldsen, 2020.

Der ikke taget stilling om en max. grænse for protein vil give ekstra udgifter til brug af dyrere proteinkilder, flere foderanalyser og mere rådgivning mht. planlægning af og opfølgning på fodringen. Der er heller ikke taget stilling til, om der skal gælde andre grænser for malkekøer på græs.

Hvis der på sigt indhøstes mere erfaring i praksis hos både mælkeproducenter og rådgivere, bl.a. mht. blandenøjagtighed og homogenitet af foderblandinger, brug af fasefodring eller brug af fodermidler med højere andel af AAT i råprotein, bedre foderanalyser og udtagningssikkerhed af foderprøver, opfølgning ved foderkontroller mm., kan det evt. senere blive muligt at sænke protein i TS til et lidt lavere niveau uden væsentlige negative effekter på produktionen.

REFERENCER

- Alstrup, L., Weisbjerg, M.R., Hymøller, L., Larsen, M., Lund, P., Nielsen, M., 2014. Milk production response to varying protein supply is independent of forage digestibility in dairy cows" <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7585>. J. Dairy Sci. 97, 4412-4422.
- Børsting, C.F., Kristensen, T., Misciattelli, L., Hvelplund, T. & M.R. Weisbjerg. 2003. Reducing nitrogen surplus from dairy farms. Effects of feeding and management. Livest. Prod. Sci. 83:165-178.
- Cahn, T.T., A.J.A. Aarnink, J.B. Schutte, A. Sutton, D.J. Langhout, and M.W.A. Verstegen. 1998. Dietary protein affects nitrogen excretion and ammonia emission from slurry of growing-finishing pigs. Livestock Production Science 56: 181-191.
- Hanigan, M.D., Cant, J.P., Weakley, D.C., Beckett, J.L., 1998. An evaluation of postabsorptive protein and amino acid metabolism in the lactating dairy cow. Journal of Dairy Science 81, 3385-3401.
- Hansen, C.F., G. Sørensen og M. Lyngbye (2007). Reduced diet crude protein level, benzoic acid and inulin reduced ammonia, but failed to influence odour emission from finishing pigs. Livestock Science 109, 228-231.
- Hansen, M.J., J.V. Nørgaard, A.P. Adamsen og H.D. Poulsen (2014). Effect of reduced crude protein on ammonia, methane, and chemical odorants emitted from pig houses. Livestock Science 169, 118-124.
- Hellwing, A.L.F & Børsting, 2020. Normtal 2020/21. Normtal for husdyrgødning. Aarhus Universitet.
- Hvelplund, T. & J. Madsen. 1990. A study of the quantitative nitrogen metabolism in the gastro-intestinal tract, and the resultant new protein evaluation system for ruminants. The AAT-PBV system. Doktorafhandling, Den Kgl. Veterinær- og Landbohøjskole, 215 pp.
- Hymøller L., Alstrup L., Larsen M.K., Lund P., Weisbjerg M.R. 2014. High quality forage can replace concentrate when cows enter deposition phase without negative consequences for milk production. <http://dx.doi.org.ez.statsbiblioteket.dk:2048/10.3168/jds.2013-7734>. J. Dairy Sci., 97, 4433-4443.
- Johansen et al. 2020a. Forsøg proteinniveau til malkekøer. Upubliceret.
- Johansen et al. 2020b. Forsøg proteinniveau til goldkøer. Upubliceret.
- Johansen et al. 2020c. Forsøg proteinniveau til kvier. Upubliceret.
- Kokkonen, T., 2014. Investigation of sources of variation in the effect of prepartum protein supplementation on early lactation performance of dairy cows. Livestock Science 163, 41-50.

- Larsen, M., Galindo, C., Ouellet, D., Maxin, G., Kristensen, N.B., Lapierre, H., 2015. Abomasal amino acid infusion in postpartum dairy cows: effect on whole body, splanchnic and mammary amino acid metabolism. *Journal of Dairy Science* 98, 7944-7961.
- Larsen, M., Lapierre, H., Kristensen, N.B., 2014. Abomasal protein infusion in postpartum transition dairy cows: effect on performance and mammary metabolism. *Journal of Dairy Science* 97, 5608-5622.
- Le, P.D., A.J.A. Aarnink, and A.W. Jongbloed. 2009. Odour and ammonia emission from pig manure as affected by dietary crude protein level. *Livestock Science* 121: 267-274.
- Martinussen, H. & Kjeldsen, A.M. 2020. Datagrundlag for foderets indhold af råprotein og mælkeydelse. Notat fra Seges.
- Pena, I.M. 2014. Nitrogen in dairy cattle production systems: supply, consequences and sustainability. MSc thesis, Aarhus University and Wageningen UR, 78 pp.
- Pheiffer, A, H. Henkel, M.W.A. Verstegen, and I. Philipczyk (1995). The influence of protein intake on water balance, flow rate, and apparent digestibility of nutrients at the distal ileum in growing pigs. *Livestock Prod. Sci.*, 44:179-185.
- Reynolds, C. 2019. Effect of proteinlevel on longevity and fertility. Indkæg ved Fodringsdag 10 september 2019, Herning. <https://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/Konsulentsiden/Sider/Fodringsdag2019.aspx>
- Reynolds, C. 2020. Protein supply – too much of a good thing? Reducing environmental impacts of dairy production systems. Indlæg Kvæggkongressen, 25. Februar 2020, Herning, file:///C:/Users/AU223752/Downloads/KK20_39_Chris_Reynolds.pdf
- Røjen, B.A., kristensen, N.B. 2010. Effekt af urea infusion på udskillelsen og recirkulering af kvælstof hos malkekøer. In: Ed. N.B. Kristensen. Malkekoens biologiske potentiale for reduceret udskillelse af fosfor, kvælstof og metan. Intern rapport, Husdyrbrug nr. 22. 30-38.
- Spoelstra, S.F. 1980. Origin of objectionable odorous components in piggery wastes and the possibility of applying indicator components for studying odour development. *Agric. and Env.* 5: 241-260.
- Suzuki, K., X.C. Cheng, H. Kano, T. Shimizu, and Y. Sato (1998). Influence of low protein diets on water intake and urine and nitrogen excretion in growing pigs. *Animal Sci. Techn. (Jpn)*, 69(3): 267-270.
- Volden, H. 2011. NorFor—The Nordic Feed Evaluation System. EAAP publication no. 130. Wageningen Academic Publishers, Wageningen, the Netherlands.
- Weisbjerg, M.R., Hvelplund, T, Kristensen, V.F. & Stensig, T. 1998. The requirement for rumen degradable protein and the potential for nitrogen recycling to the rumen in dairy cows. *Proceedings of the 25th Scientific Conference AICC – Arusha* , August 5-7, 1998. TSAP Conferences Series, 25, 110-118.
- Weisbjerg, M.R., Kristensen, N.B., Hvelplund, T., Lund, P. & Løvendahl, P. 2010. Malkekoens produktion ved reduceret kvælstoftildeling. In: Ed. N.B. Kristensen. Malkekoens biologiske potentiale for reduceret udskillelse af fosfor, kvælstof og metan. Intern rapport, Husdyrbrug nr. 22. 17-29.
- Weisbjerg, M.R., Hymøller, L., Hellwing, A.L.F., Larsen, M. 2014. Older cows respond dramatically to increased by-pass protein immediately after calving. *Proc. Aust. Soc. Anim. Prod.* 30, 92.