

Praksisforsøg med reduceret protein til malkekøer

Kvæginfo 2611

Forfatter(e): Ditte Kalms, Nicolaj I. Nielsen, Martin Øvli Kristensen og Anne Mette Hostrup Kjeldsen^a

^a SEGES husdyrinnovation

STØTTET AF

Mælkeafgiftsfonden

Sammendrag

Mængden af råprotein i foderrationen på danske malkekvægsbedrifter kan sænkes til under 17 % uden produktionen påvirkes, samtidig med at restbeløbet øges og ammoniakudskillelsen reduceres. Dette viste resultaterne fra praksisafprøvning på 10 bedrifter, hvor mængden af råprotein i foderet blev reduceret med minimum 0,5 procentenheder.

Gennemsnitlig blev der på tværs af besætningerne reduceret fra 17,3 til 16,7% råprotein.

Mængden af energikorrigeret mælk (EKM) forblev uændret på ca. 36 kg/ko/dag, mens restbeløbet steg med gennemsnitlig 0,8 kr./ko/dag.

Reduktionen i råprotein resulterede i en øget kvælstofudnyttelse fra 30,1 til 31,2 %.

Introduktion

Det europæiske NEC (National Emission Ceiling) direktiv har til formål at forpligtige medlemslandene til en reduktion af skadelige emissionsstoffer og derved forbedre luftkvaliteten i Europa betydeligt. Et af disse potente emissionsstoffer er ammoniak, der primært stammer fra landbruget. Ammoniak dannes i en enzymatisk reaktion mellem kvælstof fra gylle og bakterier, hvilket resulterer i udledning af ammoniak fra marker og stalde. Som led i nedbringelsen af ammoniak udledningen har Danmark overfor NEC direktivet forpligtiget sig til en reduktion i ammoniak emissionen på 24 % i 2020 og 2030 sammenlignet med niveauet i 2005 [2].

For at leve op til NEC direktivet har Landbrug & Fødevarer i oktober 2020 indgået en frivillig aftale med Miljø- og Fødevarerministeriet om at reducere mængden af råprotein i foder til malkekvæg og slagtesvin [3]. En reduktion i mængden af råprotein i foderet medfører mindre kvælstof i urin, hvorved mængden af ammoniak ligeledes reduceres.

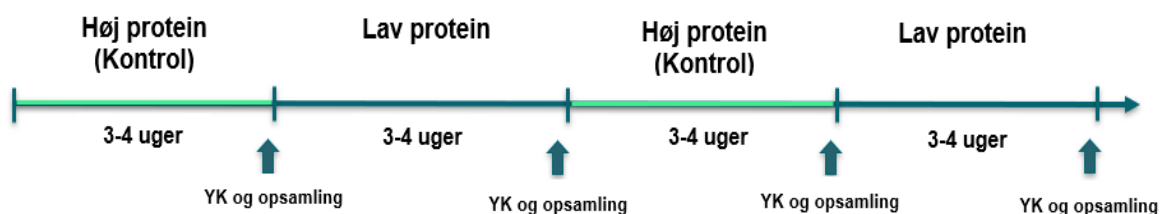
En opgørelse af DMS foderkontroller i 2019 viser, at danske malkekøer gennemsnitlig fodres med 171 og 176 g råprotein/kg TS til hhv. stor race og Jersey. Anbefalingen i DMS er maksimalt 170 g råprotein/kg TS, og der er således plads til reduktion i en del besætninger. Anbefalingen for råprotein bygger blandt andet på resultater fra både danske og udenlandske forsøg, der konkluderer at ned til 160 g råprotein/kg TS gennem laktationen er tilstrækkelig til at opretholde en høj mælkeproduktion [1,4,6]. En reduktion i råprotein med f.eks. 1 procentenhed svarer til en forøgelse af kvælstofudnyttelsen med ca. 1,7 procentenheder. Det giver en reduktion i køernes kvælstofudskillelse på ca. 12 kg kvælstof pr. årsko eller ca. 8 %.

Projektets formål var at reducere køernes kvælstofudskillelse og øge restbeløbet pr. kg mælk ved at reducere foderomkostningerne og proteinniveauet i køernes foderration uden samtidig reduktion i mælkeydelsen. Det søges opnået ved at reducere proteintildelingen i køernes foderration i besætninger, der fodrer med mere end 17 % råprotein i foderrationen.

Materialer og metoder

Forsøgsdesign og behandlinger

Forsøget blev udført som et overkrydsningsforsøg med to behandlinger jf. figur 1. Elleve besætninger deltog i forsøget, heraf 9 konventionelle og 2 økologiske. En konventionel bedrift er udgået af opgørelsen grundet fejl med dataregistreringer og derfor omfatter analysen 10 besætninger (se tabel 1). Det totale antal af perioder og længden af perioderne varierede fra besætning til besætning alt efter omstændigheder og muligheder. De to behandlinger i forsøget; En kontrolbehandling (**Høj protein**) baseret på den aktuelle fodring og råproteiniveau i den enkelte besætning og en test behandling med en reduktion i råprotein på minimum 0,5 procentenheder i rationen (**Lav protein**). Reduktionen i råprotein blev opnået ved at fjerne en andel proteinrigt foder (raps, soja, urea) og erstatte dette med mere stivelsesrige fodermidler (korn, kolbemajs). Dette skete ved en individuel vurdering af rationen på bedriften, hvorfor den størrelses- og udførelsesmæssigt ikke var identisk mellem besætningerne. I samarbejde med mælkeproducent og/eller kvægrådgiver blev rationerne afstemt på råprotein, men også med fokus på AAT, PBV og stivelse. Justeringerne var på råvarer, hvorved andelen af grovfoder blev holdt konstant.



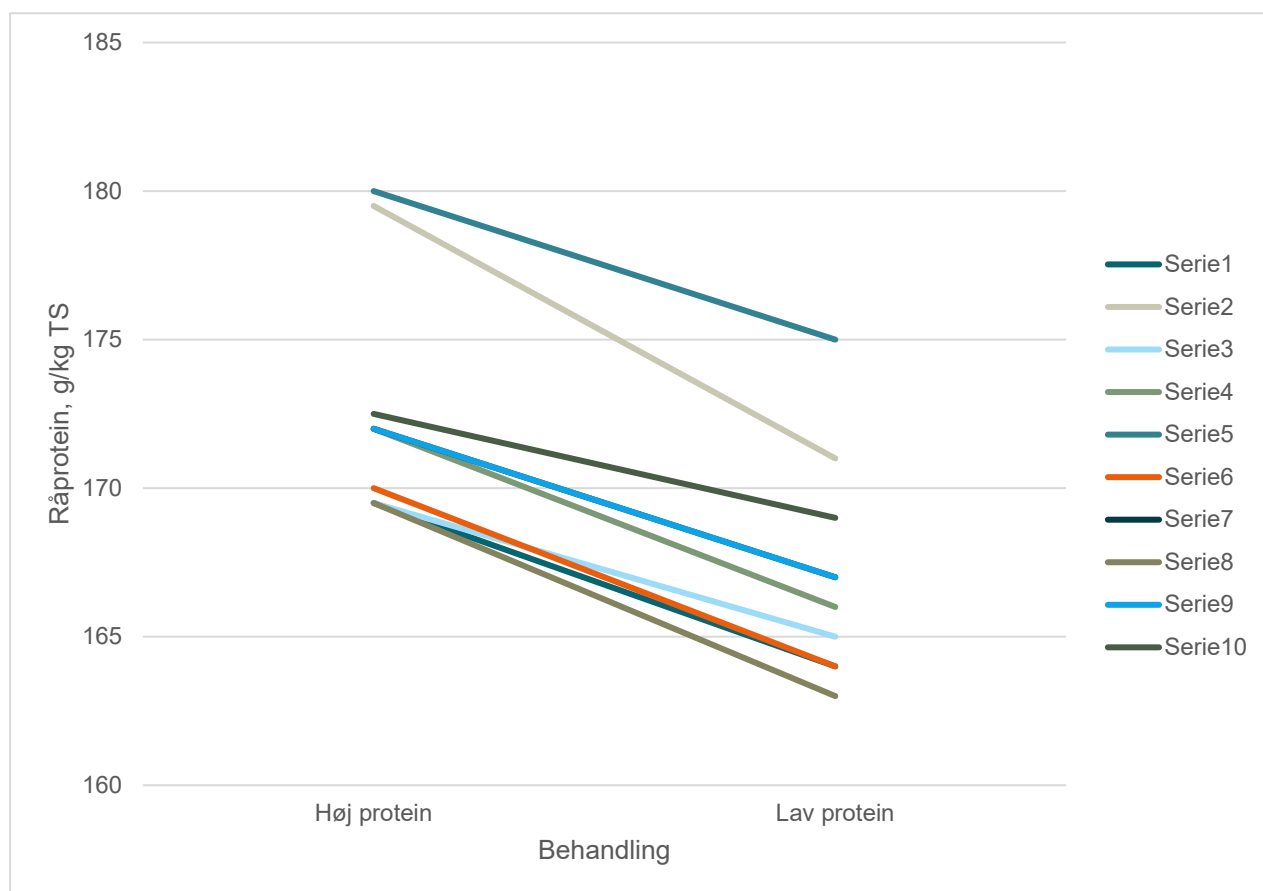
Figur 1. Illustration af forsøgsdesign med vekslende perioder med høj (kontrol) og lav protein. Ydelseskontrol (YK) og opsamling af qødning og foderprøver i slutning af hver periode.

I gennemsnit reducerede besætningerne med 0,10 kg TS raps- eller sojaprodukter per ko per dag, mens der blev øget med 0,11 kg TS korn/kolbemajs per ko per dag. Enkelte besætninger fodrede med en kraftfoderblanding, der blev ændret hos foderstoffene og dermed fik et lavere råprotein niveau. Der blev ikke ændret i grovfodersammensætning eller grovfoderniveau. I tabel 1 er angivet en beskrivelse af besætningerne, som bl.a. omfatter besætningsstørrelse og årsydelse samt reduktionen i råprotein.

Tabel 1. Beskrivelse af besætninger og reduktion i råprotein

Besætning	Type	Fodringsprincip	Årskøer	Produktion (kg EKM/årsko)	Reduktion i råprotein, % enheder
1	Konventionel	PMR	172	12.182	0,6
2	Konventionel	PMR	577	12.549	0,9
3	Konventionel	PMR	520	11.623	0,5
4	Konventionel	PMR	353	11.769	0,6
5	Konventionel	PMR	198	12.113	0,5
6	Konventionel	TMR	406	10.655	0,7
7	Konventionel	TMR	169	10.558	0,5
8	Konventionel	TMR	641	12.807	0,7
9	Økologisk	PMR	234	11.088	0,5
10	Økologisk	TMR	239	10.346	0,6

Som vist i tabel 1, så reducerede alle besætninger med minimum 0,5 procentenheder råprotein som planlagt. Denne reduktion illustreres ligeledes i figur 2 nedenfor, hvor det også ses, at alle undtaget to, fra starten højtliggende besætninger, reducerede til et råprotein niveau under 17 %.



Figur 2. Reduktionen i råprotein (g/kg TS) for hver besætning. Hver streg repræsenterer en besætning. To besætninger har lavet samme ændring, hvorfor de vises som en streg.

Fodermidler

Fodringen var på alle besætninger bygget op om en græs- og majsbaseret ration, hvortil der blev suppleret med raps- og sojaprodukter samt stivelsesholdige produkter som korn eller kolbemajs. Mere sjældent blev der benyttet roer, hestebønner, urea og helsæd. Kraftfoderblandinger blev benyttet i 9 ud af 10 besætninger, mens alle gjorde brug af vitamin- og mineralblandinger. Gennemsnitlig lå de med en grovfoderandel på 56 %. Analyser på enkelt fodermidler blev udført for at opnå større viden om næringsstofindholdet i rationen. Så vidt muligt blev der fodret med samme partier græs- og majsensilage gennem hele forsøgsperioden.

Dataindsamling

Som afslutning på hver periode blev der indsamlet data inden afsluttende ydelseskontrol (YK). På en af de sidste dage i hver periode blev en repræsentativ prøve af fuldfoderblandingen udtaget. Disse foderprøver blev efterfølgende neddelt efter kegleneddelingsprincippet og analyseret på laboratorie for næringsstofsammensætning. Foderdata på enkelt ingrediens niveau blev dagligt indhentet fra foderblender eller noteret af den ansvarlige på besætningen. Derudover blev der også noteret den totale udfodrede mængde til malkekøerne, foderrest fra foregående dag i kg, antal malkende køer og liter mælk til hjemmeforbrug, salg eller lignende. I gennemsnit blev de sidste 10 dages data brugt til endagsfoderkontrol (EFK)-opgørelser i DMS.

Desuden blev der indsamlet 12 gødningsprøver i hver besætning i slutningen af hver periode. Prøverne blev udtaget fra køer mellem 75-125 dage efter kælvning.

Både fuldfoderprøver og gødningsprøver blev analyseret ved NIR-analyse.

Mælkeproduktionsdata blev indhentet via DMS, baseret på tankmælksleverancer, hvortil hjemmeforbrug blev lagt til samt ydelseskontroldata.

Beregninger og statistisk analyse

Den statistiske analyse undersøgte effekten af reduceret råprotein (behandling) på forventet mælkeydelse, foderoptagelse, økonomi og miljøparametre ud fra følgende model:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_1(\text{Behandling}_{ij}) + \alpha_2(\text{Forventet ydelse}_{ij}) + A_3(\text{Besætning}_{ij}) + \varepsilon_{ij}$$

Hvor:

α_1 =Effekt af behandling (høj protein, lav protein)

α_2 =Lineær effekt af den forventede ydelse i den pågældende periode på den pågældende besætning.

Ydelsen er udtrykt i kg EKM til mejeri er benyttet for alle parametre som mål for forventet ydelse undtaget modellerne til ydelseskontrollen og modellerne for fedtprocent, kg mælk og proteinprocent til mejeri, hvor målydelsen for parameteren i den pågældende periode er benyttet. For urea og celletal fra ydelseskontrollen er benyttet målydelsen i kg EKM til ydelseskontrollen, da der ikke beregnes målydelse for disse parametre.

A_3 =Effekt af j'te besætning – tilfældig effekt ($A_3 \sim N(0, \sigma_j)$)

ε_{ij} =Den tilfældige variation for den i'te periode fra den j'te besætning ($\varepsilon_{ij} \sim N(0, \sigma_{ij})$)

og Y_{ij} står for det gennemsnitlige respons for den i'te periode, for den j'te besætning.

Effekten på en parameter er signifikant, hvis P-værdien er mindre en 0,05, ellers er effekten ikke signifikant (NS).

Resultater og diskussion

Foderdata fra besætningerne er baseret på EFK'er over gennemsnitlig de sidste 10 dage i hver periode. I tabel 2 ses samlede rationsparametre for de to behandlinger. Som udgangspunkt blev det prioriteret at holde rationerne så konstante så muligt, så en eventuel behandlingseffekt kunne tilskrives ændringen i råprotein og ikke andet. Det fremgår, at grovfoder/kraftfoder forholdet ikke er forskelligt mellem perioderne, mens også energiindholdet i MJ/kg TS ikke er statistisk forskelligt. Reduktionen i proteinniveau påvirkede ikke foderoptagelse, hvilket heller ikke var forventet, da ændringerne blev holdt beskedne.

Tabel 2. Foderoptagelse, kraftfoderandel og næringsstofsammensætning i rationen for perioder med høj eller lav protein i 10 besætninger.

Parametre	Behandlinger		Signifikans ¹
	Høj protein	Lav protein	
Foderoptagelse, kg/ko	24,0	24,1	NS
Kraftfoderandel, %	44,2	44,2	NS
Energi, MJ/kg TS	6,70	6,69	NS
Energibalance, %	99	99	NS
Råprotein, g/kg TS	173	167	<0,05
AAT, g/MJ	15,4	15,0	<0,05

PBV, g/kg TS	27	24	<0,05
Fedtsyrer, g/kg TS	34,5	34,1	NS
Stivelse, g/kg TS	201	208	<0,05
NDF, g/kg TS	296	295	NS

¹NS: ikke signifikant

Reduktionen af protein i rationen kommer signifikant til udtryk i mængden af råprotein, AAT og PBV (jf. tabel 2). De gennemsnitlige værdier for PBV ligger over anbefalingerne, hvilket til dels skyldes de 2 økologiske besætninger, der trækker op med høj andel af græs i rationen. Gennemsnitlig ligger besætningerne med 45 % græs af den totale mængde grovfoder, svarende til 25 % af total tørstof. Mellem besætningerne er der stor variation fra 16 – 49 % af total tørstof. I gennemsnit blev mængden af råprotein, på tværs af besætningerne, reduceret fra 17,3% til 16,7% - en reduktion på 0,6 procentenheder. Reduktionen kom også til udtryk i reduceret AAT og PBV værdier.

Som resultat af en reduceret mængde proteinfodermidler og en øget mængde energirige fodermidler, for at holde energiniveauet i rationen, sås en stigning i stivelsesindholdet fra 201 til 208 g/kg TS for hhv. høj- og lav protein periode.

I flere af besætningerne betød reduktion i proteinfodermidler en reduktion i mængden af de fedtholdige rapsprodukter, hvorfor det også fremgår i tabel 2, at mængden af fedtsyrer i g/kg TS ligeledes faldt numerisk. På trods af dette lille fald i fedtsyre tilførslen, når der fodres med reduceret protein, faldt EKM ydelsen ikke

Et tidligere engelsk forsøg med reduceret råprotein til malkekøer har vist, at en reduktion i råprotein først resulterede i ydelsestab ved 14 % råprotein i rationen, mens 16 % ikke påvirkede ydelsen anderledes end 18 % [4]. Som det fremgår i tabel 2 ovenfor, så er niveauerne af protein i dette forsøg godt over smertegrænsen på omkring 14 %. I tabel 3 nedenfor ses, hvordan produktionen på bedrifterne ikke har været påvirket af det reducerede råproteinniveau. Reduktionen resulterede ikke i nogen ændringer på hverken mælkemængde eller mælkenes indholdsstoffer.

Tabel 3. Mælkeproduktionen opgjort fra tankmælks- og ydelseskontrolldata for perioder med høj eller lav protein i 10 besætninger.

Parametre	Behandlinger		
	Høj protein	Lav protein	Signifikans ¹
Tankmælk			
Ydelse, kg/ko/d	34,4	34,5	NS
Fedt, %	4,24	4,22	NS
Protein, %	3,60	3,62	NS
EKM, kg/ko/d	35,8	35,8	NS
Ydelseskontrol (YK)			
EKM YK, kg/ko/d	36,3	36,7	NS

¹NS: ikke signifikant

Tabel 4 viser, at restbeløbet i kr./ko/dag var signifikant højere, når råprotein i rationerne blev reduceret. Som tidligere nævnt var der ikke forskelle at spore på foderoptagelse og produktionen, men foderomkostningerne faldt som følge af et lavere forbrug af dyre proteinfodermidler. Priser for råvarer under forsøgsperioden er fortrinsvis kontraktpriser og dermed lavere end nuværende råvarepriser. Med

de stigende priser i 2021, så ville dagspriser på de indkøbte protein- og energifodermidler have resulteret i en endnu mere markant økonomisk gevinst ved reducere af råprotein i foderet

Tabel 4. Energiudnyttelse, restbeløb og foderomkostninger for perioder med høj eller lav protein i 10 besætninger.

Parametre	Behandlinger		
	Høj protein	Lav protein	Signifikans ¹
Energiudnyttelse, %	101	101	NS
Restbeløb, kr./d	56,4	57,2	<0,05
EKM pr. kg TS, kg/kg TS	1,50	1,49	NS
Foderomkostninger, kr./kg EKM	1,08	1,07	<0,05

¹NS: ikke signifikant

På baggrund af fodring i en udvalgt besætning er der i tabel 5 lavet beregninger til illustration af yderligere økonomisk gevinst ved reduktion i råprotein som følge af stigninger i råvarepriserne i 2021. Tabellen viser foderomkostninger pr. ko pr. dag med hhv. 17,5 og 18 % protein med kontraktpriser fra 2020 og opdateret dagspriser fra 2021. Ved reduktionen af råprotein blev mængderne af non-GM soja og rapskage reduceret og udskiftet med hvede. I tabel 5 ses, hvordan det generelt er billigere at fodre med lavere andel protein. Ved kontraktpriserne sparede denne besætning 1,53 kr./ko/dag, mens denne fortjeneste steg til over 2 kr. hvis der anvendtes dagspriser fra 2021, når mængden af råprotein i rationen blev reduceret med 0,5 procentenheder. Yderligere fortjeneste vil være at opnå, når råprotein reduceres til 17% af tørstof. Dette regnestykke vil sandsynligvis også være gældende for de resterende besætninger, da de alle har haft råvarer med en kontrakt pris, som var billigere end dagspriser fra 2021.

Tabel 5. Effekten af kontrakt- (2020) vs. dagspriser (2021) på foderomkostninger i relation til høj og lav proteinniveau i foderrationen.

Rationens råprotein, % af TS	Foderomkostninger Kontrakt priser ¹	Foderomkostninger Dagspriser 2021 ²
	Kr./ko/dag	Kr./ko/dag
17,5	27,99	35,03
18	29,52	37,12
Difference	1,53	2,09

¹ Priser fra udvalgt besætning i 2020. Priser på kontrakt med foderstoffirma.

² Råvare priser er fastsat efter typiske dagspriser i sommeren 2021.

Overskydende kvælstof i koen udskilles via urin, fæces og mælk [4]. De højeste koncentrationer vil være i urinen, mellem 50-70 %, mens det resterende udskilles i fæces og mælken hos den malkende ko [5]. Urea målinger i mælk er omdiskuterede, men som udgangspunkt kan de benyttes på besætningsniveau, hvis der foreligger gentagende målinger, hvilket var tilfældet i denne afprøvning. I tabel 6 ses, hvordan mængden af kvælstof og ammoniak er signifikant lavere i perioden med lav protein. I gennemsnit falder mængden af kvælstof med 22 g/dag ved reduktionen på 0,6 procentenheder

råprotein i rationen. Dette øger udnyttelsen af kvælstoffet i dyret, hvorved denne stiger til 31,2 %. Tankmælksdata viser, at urea i mælken reduceres signifikant mellem behandlingerne som følge af lavere mængde råprotein og højere N-udnyttelse.

I ydelseskontrolldata ses et numerisk fald i urea, men dette er ikke signifikant. Dette kan skyldes, at YK data er udtaget på enkelte dage, mens tankmælk er flere dage over en periode.

Tabel 6. Mængden af kvælstof udskilt i urin og udnyttelsesgrad samt urea koncentrationer i mælk fra henholdsvis tankmælk- og ydelseskontrolldata. Data er opdelt i perioder med hhv. høj og lav protein i 10 besætninger.

Parametre	Behandlinger		
	Høj protein	Lav protein	Signifikans ¹
Kvælstof i urin, g/d	232	210	<0,05
N-udnyttelse, %	30,1	31,2	<0,05
Ammoniak, g/d ²	31,3	28,4	<0,05
Urea tank, mmol/L ³	4,26	3,70	<0,05
Urea YK, mmol/L ⁴	4,39	4,05	NS

¹ NS: ikke signifikant

² Ammoniak udskilt via urin, estimeret i DMS_NorFor.

³ Urea målt i tankmælksmålinger

⁴ Urea målt i ydelseskontrolprøver

Der blev udtaget gødningsprøver for at undersøge om reduktionen af råprotein i rationen påvirkede omsætningen af stivelse eller fibre (NDF) i vom-mave-tarm-kanalen. Gødningsprøver blev derfor taget på alle besætninger i slutningen af hver behandlingsperiode og resultaterne er præsenteret i tabel 7. Hverken tørstof, stivelse, NDF eller protein var signifikant forskellige mellem Høj og Lav protein. Forventeligt svinger parametrene en anelse numerisk, men dette kan ikke tilskrives en behandlingseffekt, men nærmere analyseusikkerheder. Gødningsprøverne indikerer således, at hverken fiber- eller stivelsesfordøjeligheden påvirkes hos kørerne, når råprotein reduceres til niveauer omkring 16,5 – 17 %.

Tabel 7. Tørstof- og næringsstofindhold i gødningsprøver fra perioder med høj eller lav protein i 10 besætninger.

Parametre	Behandlinger		
	Høj protein	Lav protein	Signifikans ¹
Tørstof, g/kg	134	132	NS
Aske, g/kg TS	117	115	NS
Råprotein, g/kg TS	174	177	NS
NDF, g/kg TS	449	444	NS
Stivelse, g/kg TS	12,0	11,9	NS
Råfedt, g/kg TS	48,0	48,5	NS

¹NS: ikke signifikant

Konklusion

Praksisafprøvning i 10 danske malkekvægsbesætninger, heraf 8 konventionelle og 2 økologiske, blev eksekveret i vinteren 2020/2021. Resultaterne viste, at der ikke er nogle negative konsekvenser ved en reduktion i mængden af råprotein i fodrationer til malkende køer. En reduktion ned til 16,7%

råprotein på tværs af besætningerne havde ingen effekt på mælkeproduktionen, der forblev uændret. Til gengæld havde reduktionen en positiv effekt på restbeløbet, der gennemsnitlig steg med 0,8 kr./ko/dag. Teoretiske beregninger lavet på baggrund af stigende råvarepriser i 2021 viser, at der med de højere priser følger en endnu højere økonomisk gevinst ved reduceret proteinniveau. Samtidig resulterede reduktionen i højere N-udnyttelse og lavere udskillelse af ammoniak.

Det kan konkluderes, at der ikke blev fundet negativ påvirkning af produktionen, men positiv effekt på økonomien og miljøet.

Anerkendelser

En stor tak til alle forsøgsværter, der deltog i forsøget og leverede arbejdskraft til indsamling af specifikke data fra bedriften.

Ligeledes en stor tak til de tilknyttede DLBR virksomheder, der hjalp til at finde forsøgsværter til projektet.

Undersøgelsen blev gennemført med støtte fra Mælkeafgiftsfonden, tak.

Referencer

- [1] Alstrup, L., Weisbjerg, M.R., Hymøller, L., Larsen, M., Lund, P., Nielsen, M., 2014. Milk production re-sponse to varying protein supply is independent of forage digestibility in dairy cows" [http://dx.doi.org/ 10.3168/jds.2013-7585](http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-7585). J. Dairy Sci.. 97, 4412-4422.
- [2] Duprez, Louise et al. 2017. Clearing the Air – A critical guide to the new NEC Directive. Guide co-founded by the European Union. Brussels, Belgium.
- [3] Ministeriet for Fødevarer, Landbrug og Fiskeri. Publiceret 30. oktober 2020. Tilgået 17. november 2021.
<<https://fvm.dk/nyheder/nyhed/nyhed/miljoeministeren-og-landbruget-vil-sammen-begraense-ammoniak-forurening/>>
- [4] Reynolds, C. 2020. Protein supply – too much of a good thing? Reducing environmental impacts of dairy production systems. Indlæg Kvæg kongressen, 25. Februar 2020, Herning.
file:///C:/Users/AU223752/Downloads/KK20_39_Chris_Reynolds.pdf
- [5] Van Straalen, W.M. 1995. Modelling of nitrogen flow and excretion in dairy cows. Ph.D.thesis, Wageningen Agricultural University, The Netherlands, 205 pp.
- [6] 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.