



UREA I TANKMÆLK ER UANVENDELIGT TIL FODERSTYRING

STØTTET AF

Promilleafgiftsfonden for landbrug

Undersøgelse viser, at uretallet ikke kan anvendes som grundlag for foderstyring i malkekvægsbesætninger. Foderplanlægning og -kontrol er langt stærkere redskaber til overvågning af proteinforsyningen i malkekvægsbesætninger end uretallet i tankmælk.

- [Introduktion](#)
- [Materialer og metode](#)
- [Resultater](#)
- [Ureaniveauerne og foderets sammensætning](#)
- [Diskussion](#)
- [Konklusion](#)
- [Kilder](#)

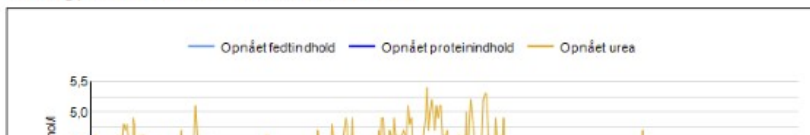
INTRODUKTION

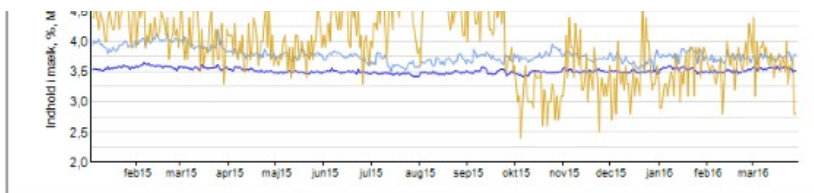
Indholdet af urea i mælk er en indikator for blodkoncentrationen af urea hos koen umiddelbart inden malkning. Der indstiller sig relativt hurtigt en ligevægt mellem mælk og blod, men blodets ureakoncentration kan være meget forskellig på forskellige tidspunkter af døgnet og påvirkes af ædemønster og proteinkilde m.v. (Røjen og Kristensen, 2012). Urea dannes i leveren ud fra ammoniak og kuldioxid, langt den største del udskilles med urinen, en lille fraktion recirkuleres til mavetarmkanalen og en ganske lille mængde udskilles med mælken. På tværs af besætninger er der en række forhold som gør, at der ikke er en generel relation mellem råprotein i foderet og urea i mælken. Denne besætningseffekt betyder, at en besætning kan have en optimal proteinforsyning med et ureaindhold i mælken på 3,5 mmol/L, mens en anden besætning kan have en optimal proteinforsyning med et ureaindhold i mælken på 4,5 mmol/L.

Udover besætningseffekten er der også en usikkerhed på måleresultaterne, samt en årstidsvariation som bl.a. er vist tidligere for analyser på ureakoncentration i kontrolmælk (Kristensen et al., 2009). Derfor har anbefalingen i mange år været, at vurdere ureaindholdet i mælken i forhold til besætningens eget normale niveau, samt at se på udsving over nogle uger.

I tråd med undersøgelsen fra 2009, viser figur 1 et tilfældigt eksempel på udsving i ureaniveau over en længere periode. Udsving på mellem en halv og en hel mmol/L viser, at niveauet næppe har sammenhæng med proteinniveauet i foderet, da 1 mmol/L svarer til ca. 3,5 % råprotein i rationen (Aaes, 2007), og så ringe foderstyring kan næppe findes i Danmark.

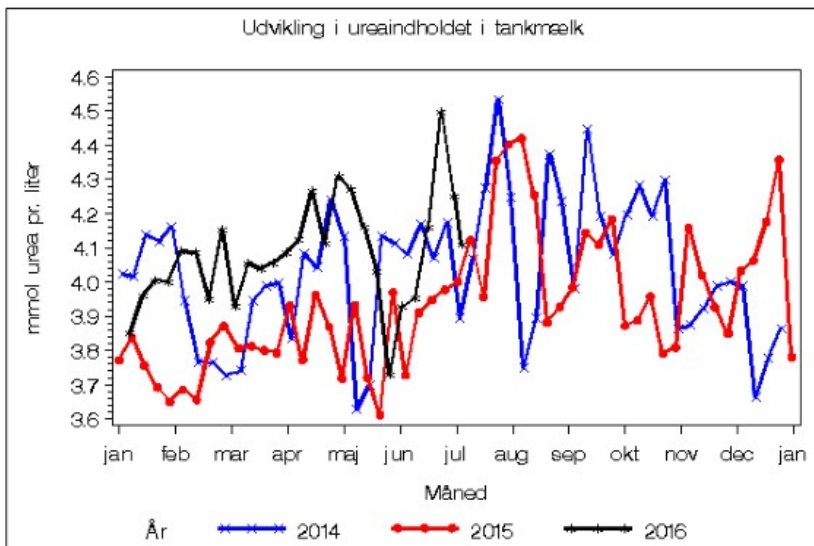
Fedt % og protein % i leveret mælk. Urea indhold målt i Mmol/L





Figur 1. Eksempel på fedt-, protein- og ureaniveau over et år i en tilfældig besætning.

Udover besætningseffekten og måleusikkerheden svinger niveauet af urea i tankmælk også på landsplan. Figur 2 viser udviklingen i 2014, 2015 og 2016. Det er tydeligt, at der er store udsving, fx en stigning og fald i november og december 2015 og maj/juni 2016.



Figur 2. Udvikling i ureaindhold i tankmælk som gennemsnit på landsplan.

[Til top](#)

På trods af besætningseffekt, måleusikkerhed, årstidsvariation og udsving på landsgennemsnit er ureatallene et udbredt styringsværktøj for proteintildelingen. For at undersøge, om det fortsat har værdi at anvende urea som styringsværktøj, har SEGES gennemført en undersøgelse af urea i tankmælk og sammenlignet urea værdierne med fodertildelingen.

Undersøgelsen er gennemført med følgende hovedformål:

1. At undersøge sammenhænge mellem urea bestemt ved rutineanalyse af tankmælk, som gennemføres af mejerierne og forskellige kemiske referencemetoder for urea.
2. At undersøge sammenhængen mellem fodring og urea i tankmælk målt ved forskellige metoder.

MATERIALER OG METODE

Der er indsamlet 130 fuldfoder- og tankmælksprøver fra 67 besætninger. De 98 foder- og mælkeprøver er indsendt af 35 mælkeproducenter, der rutinemæssigt får deres fuldfoder analyseret med KMP-fuldfoder. KMP-fuldfoder bedrifterne har indsendt mellem 1 og 4 mælkeprøver. De resterende 32 foder- og mælkeprøver er udtaget af Landbo Limfjord, Lemvigegnes Landboforening, Heden og Fjorden samt SEGES. Analyserne blev suppleret med en serie mælkeprøver fra Danmarks Kvægforskningscenter. Mælkeprøverne er udtaget med et engangskit fra KB Køleteknik (<http://kb-koleteknik.dk/>) eller en fastmonteret prøvehane som beskrevet af Kromann (2013). Prøven blev udtaget af en omrørt mælketank, så tæt på afhentning til mejeriet som det har været praktisk muligt. Foderprøverne er udtaget efter protokollen i KMP fuldfoder (Kristensen, 2015)

Mælken blev indsendt til Kvægbrugets ForsøgsLaboratorium, SEGES (KFL) i isoleret emballage efter forudgående

frysning. Efter modtagelsen blev mælken opdelt i 3 prøver og genindfrosset. Fra 35 mælkeprøver blev der udtaget dobbeltprøver for test af repeterbarhed.

Mælkeprøverne blev analyseret ved Qlip i Holland efter en standard referencemetode (ISO 14637 – Enzymatic pH difference), T-lab, Aarhus Universitet i henhold til metode beskrevet af Nielsen et al. (2005) og ved M-lab, Aarhus Universitet i henhold til metode beskrevet af Kristensen et al. (2010). Fuldfoderprøverne er analyseret som KMP-fuldfoder ved KFL.

Referencemetoderne er sammenlignet med FT-IR baseret analyse, som mejerierne får gennemført hos Eurofins. For mejeriprøverne er der både taget udgangspunkt i mejeriprøven på prøvedatoen, samt gennemnit af urea fra mejeri for alle leverancer hhv. 2, 7 og 14 dage før og efter prøvedatoen.

Formål 2 blev suppleret med en analyse, hvor alle TMR blandinger fra DH besætninger i KMP-fuldfoder blev sammenlignet med gennemsnittet af urea i tankmælk +/- 7 i forhold til datoen for udtagning af fuldfoderprøven.

Dataanalyserne er gennemført af Teknologisk Institut – se **notat** for yderligere detaljer omkring analyserne.

RESULTATER

Der blev som nævnt ovenfor, anvendt 3 forskellige laboratorieanalyser i undersøgelsen, her kaldet referenceanalyser, og der blev dannet 4 sæt ureatal på baggrund af mejeriernes normale tankmælksanalyser. De fire sæt er vist i tabel 1 sammen med de tre referencemetoder.

Tabel 1. 4 sæt ureatal baseret på varierende antal ureaanalyser fra mejeriernes rutineanalyser, samt tre referencemetoder.

Navn på variabelen	Forklaring
Urea 1	Resultatet af den måling der er samtidig med referencemålingerne
Urea 2	Gennemsnittet af Urea 1 og +/- 2 dage før Urea 1 (5 målinger ved hverdagsafhentning, og 2-3 målinger ved hver anden dags afhentning)
Urea 7	Gennemsnittet af Urea 1 og +/- 7 dage før og efter referencemålingerne (15 målinger ved hverdagsafhentning, og 7-8 målinger ved hver anden dags afhentning)
Urea 14	Gennemsnittet af Urea 1 og +/- 14 dage før og efter referencemålingerne (29 målinger ved hverdagsafhentning, og 14-15 målinger ved hver anden dags afhentning)
QLIP	Hollandsk laboratorium
T-lab	Aarhus Universitet
M-lab	Aarhus Universitet

I tabel 2 er vist gennemsnitsniveauerne for alle 7 variable og 10- henholdsvis 90 % fraktilen. Der er betydelig niveauforskelle, med Qlib med laveste og T-lab med højeste gennemsnitlige niveau. Da Urea 7 og Urea 14 ikke har bidraget væsentligt, indgår de ikke i de viste resultater og diskussionen.

Tabel 2. Gennemsnitsværdier og 10- henholdsvis 90 % fraktilen for ureatal beregnet ud fra mejeriernes normale tankmælksanalyse og de 3 referencemetoder.

Variabel	Gennemsnit, mmol/L	P10 fraktilen, mmol/L	P90 fraktilen, mmol/L
Urea 1	3,88	2,80	4,70
Urea 2	3,85	2,94	4,60
Urea 7	3,87	3,04	4,57
Urea 14	3,87	3,04	4,53
QLIP	3,66	2,91	4,36
T-lab	4,40	3,48	5,39
M-lab	4,03	3,11	4,81

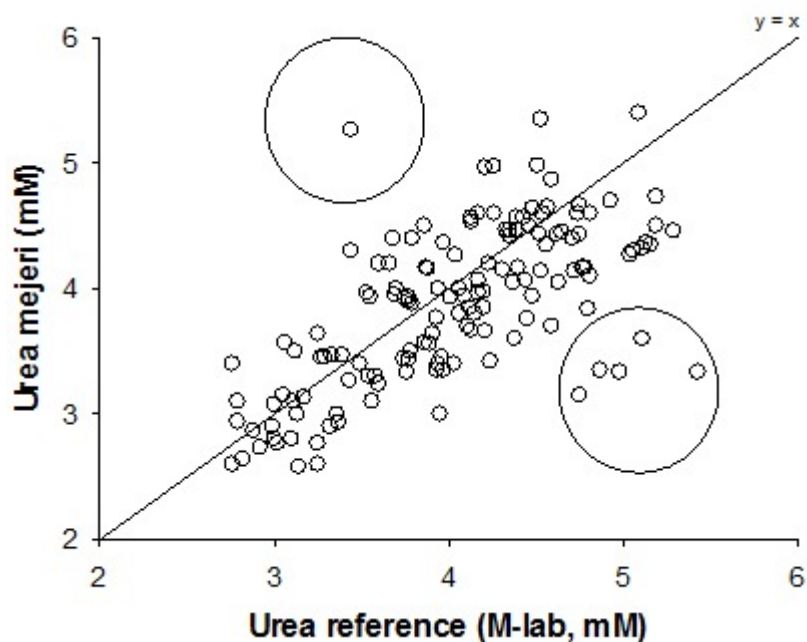
Tabel 3 viser korrelationer mellem ureakoncentrationer fra mejeriernes rutineanalyse og referencemetoderne. Der er en høj korrelation mellem Urea 1, som er analysen på dagen for udtagning af mælk til referenceanalyse og Urea 2, som er gennemsnit af ureaanalyser på dagen for prøveudtagning samt analyser i en periode 2 dage før til 2 dage efter prøveudtagning. Der er betydeligt svagere korrelationer mellem referencemetoder og mejeriernes rutineanalyser ($r = 0,57$ til $0,64$). Plot af data i Figur 3 afslører dog at få observationer bidrager markant til

usikkerheden. De 6 observationer der er markeret i Figur 3 repræsenterer prøver fra 5 forskellige besætninger. Genberegning af korrelationerne efter fjernelse af 6 afvigende observationer er vist nederst i Tabel 3. Korrelationerne mellem mejeriernes rutineanalyser og referencemetoder er væsentligt stærkere i det filtrerede datasæt ($r = 0,66$ til $0,76$).

Tabel 3. Korrelation mellem tankmælksmålingerne og referencemetoderne (alle prøver). Øverst vises korrelationer beregnet på baggrund af alle observationer i datasættet. Nederst vises korrelationer beregnet i datasæt hvor 6 afvigende prøver er fjernet.

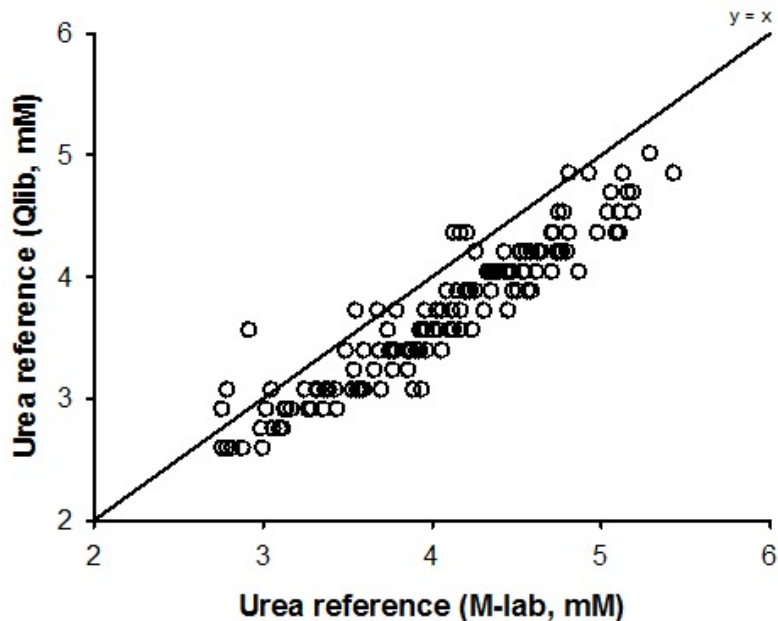
	Urea 1	Urea 2	QLib	T-lab
Urea 2	0,92			
QLib	0,58	0,62		
T-Lab	0,57	0,61	0,88	
M-Lab	0,61	0,64	0,94	0,90
Korrelationer i datasæt hvor 6 afvigende prøver er fjernet				
Urea 2	0,92			
QLib	0,69	0,74		
T-Lab	0,66	0,71	0,88	
M-Lab	0,72	0,76	0,93	0,89

[Til top](#)



Figur 3. Sammenhængen mellem Urea 2 og M-lab for ureakcentration i prøver af tankmælk. Korrelationen er 0,61 i det samlede datasæt. Rensede data for de markerede observationer er korrelationen 0,72.

Referencemetoderne viser relativ stærk sammenhæng metoderne imellem. Det er vist i figur 4, hvor QLib er vist sammen med M-lab. Korrelationen er 0,94. Derimod er der en tydelig niveauforskel på ca. 0,4 mmol/L. Samme forskel er der mellem T-Lab og M-Lab. Forskellen mellem QLib og T-Lab bliver derfor 0,74 mmol/L, som vist i tabel 2. At niveauerne mellem referencemetoderne er forskellige, ville være et problem hvis ureatallet blev anvendt som miljøregulerende faktor, men umiddelbart burde det ikke være vanskeligt at justere til samme niveau, når korrelationen mellem metoderne er høj.



Figur 4. Sammenhæng mellem Qlib og M-Lab analyser for ureakonzentration i prøver af tankmælk ($r = 0,94$).

UREANIVEAUERNE OG FODERETS SAMMENSÆTNING

Sammenhæng mellem foderrationernes sammensætning og urea i tankmælk blev analyseret. Der er anvendt analyser af 1) fuldfoderet i de besætninger der fodrede med fuldfoder (TMR). I besætninger der fodrede med en grundblanding plus kraftfoder (PMR), er analyser af grundblandingen anvendt 2). Analyserne af fuldfoder er udført på KFL. Der er også set på sammenhængen mellem rationens næringsstofindhold, beregnet ud fra foderkontroller foretaget i forbindelse med prøveudtagningen dog uden korrektion for afvigelser til KMP-fuldfoder. 3) Foderkontrol (DMS).

Ud over materiale fra projektet, er der som 4) desuden analyseret på KMP-fuldfoderbesætninger, hvor data er indsamlet over en længere periode. Denne undersøgelse af KMP-fuldfoderresultater kan give et sammenhørende proteinniveau i foderrationen og ureaniveau i tankmælken. Der er ikke ureaanalyser fra referencemetoderne, men kun mejeriernes ureaanalyser. I tabel 4 er vist antal prøver og rationernes gennemsnitlige indhold af råprotein, fordøjeligheden af organisk stof samt råfedt. I tabel 5 er sammenhængen mellem Urea 1, Urea 7 og M-lab og råproteinindholdet i rationerne vist.

Tabel 4. Råproteinindholdet, fordøjeligheden af org. stof i rationerne og råfedt niveau i de 4 forskellige datasæt anvendt i undersøgelse af sammenhæng mellem rationens sammensætning og urea i mælken.

Datamateriale	Antal prøver	Råprotein, g/kg TS (std dev)	Organisk stof fordøjelighed	Råfedt, g/kg TS
1) Fuldfoder (TMR)	58	167 (10)	80,0	44
2) Grundfoder (PMR)	59	159 (14)	79,9	41
3) Foderkontrol (DMS)	68	172 (8)	-	46
4) KMP-fuldfoder	302	167 (10)	80,1	41

Der er kun nogle små forskelle i rationernes sammensætning mellem de 4 datasæt. Kun et lidt lavt proteinniveau ved PMR-fodring skiller sig ud, men det skyldes at suppleringsfoder ikke er indregnet. I tabel 5 er korrelationen mellem råproteiniveau og ureaanalyserne Urea 1, Urea 7 og M-lab vist. Der er kun en lille sammenhæng mellem proteinniveauet i rationerne og ureatallet i mælken på afhentningsdagen. Lidt større sammenhæng er der ved Urea 7. Der er ikke bedre sammenhæng mellem proteinindholdet i foder og M-lab, end der er til Urea 1. Ingen andre næringsstoffaktorer havde en rimelig sammenhæng med ureatallet i de fire datasæt. Bedst var PBV fra foderkontrollerne, men her vil der være en stor sammenhæng til råproteiniveau. Hvis vi fjerner de samme data som i analysen af sammenhængen mellem ureamålingerne, ændrer det ikke nævneværdigt på resultaterne, hvorfor det ikke er vist.

Tabel 5. Sammenhæng mellem råproteiniveauet i foderrationen og urea i tankmælken ved 4 forskellige opgørelser. Sammenhængen er udtrykt ved korrelationen.

Datamateriale	Urea 2	Urea 7	M-lab
Fuldfoder (TMR)	0,33	0,39	0,28
Grundfoder	0,47	0,58	0,44
Foderkontrol (DMS)	0,23	0,25	0,17
KMP-fuldfoder	0,31	0,39	-

[Til top](#)

DISKUSSION

Der er i undersøgelsen fundet god sammenhæng mellem forskellige referencemetoder for måling af urea i mælk, men der er ikke fundet samme niveau. Sammenhængen mellem mejeriernes ureaanalyse på tankmælk og referencemetoderne er mere kompleks.

Datasættet viser generelt en rimelig, men bestemt ikke høj korrelation mellem mejeriernes analyse og referencemetoderne på omkring 0,63 for Urea 2. Få prøver er imidlertid stærkt afvigende. Prøveindsamlingen har i denne undersøgelse været uddelegeret til mange forskellige personer. Det er derfor vanskeligt at påvise om de afvigende prøver skyldes proceduresvigt ved prøveudtagning eller analyser af prøverne. Tilskrives de afvigende prøver usikkerhed omkring prøveudtagningen viser undersøgelsen at der generelt opnås en rimelig sikker bestemmelse af ureaindhold ved mejeriernes analyse ved anvendelse af Urea 2 på omkring 0,75. Kun 2 af prøverne kan kaldes decideret outliers ud fra en normal statistisk vurdering. De fire andre er imidlertid også meget afgørende for om vurderingen af værdien af ureatallet fra mejeriet kan kaldes acceptabelt eller betænkeligt. Undersøgelsen er gennemført i 2. halvår af 2015 og dermed i periode uden store udsving i landsgennemsnit for urea fra uge til uge (jf. Figur 1).

Usikkerheden på ureabestemmelse i tankmælk er udover prøveudtagning og analysemetode også påvirket af den løbende justering af mejeriernes analysemetode. Der observeres generelt relativt store og bratte udsving på landsgennemsnittet for urea, som er vanskelige at forklare biologisk. Derfor er man nødsaget til ved vurdering af udsving i ureakoncentrationen i tankmælk for en enkelt besætning at undersøge om der er samtidige bevægelser på landsgennemsnittet. Korrigeres mejeriværdierne i denne undersøgelse for udsving i landsgennemsnit i prøveindsamlingsperioden opnås en styrkelse af korrelationen mellem mejerital og referencemetoder, hvilket indikerer at ikke alle niveauskift i landgennemsnit for urea skyldes forskelle i mælkenes ureakoncentration.

Problemstillingen omkring anvendelse af ureatal til foderstyring forværres betydeligt af, at der ikke er fundet god sammenhæng mellem ureaanalyserne og foderrationens proteinindhold. Det er velkendt, at der er stor variation mellem besætninger i ureaniveau, fordi f. eks. race, laktationsstadiet og afstand mellem fodring og malkning spiller en rolle for niveauet, men der er normalt inden for forsøg fundet stor sammenhæng mellem urea i mælk og foderrationens råproteinniveau. Også det større KMP-fuldfodermateriale viser, at foderets indhold af råprotein kun forklarer en lille del af variationen i ureakoncentration mellem besætninger. Den lille sammenhæng vi har fundet, kan hænge sammen med den lille variation i proteinniveauet. Hvis der havde været større forskel, som i datamateriale 2 Grundfoder, så ville korrelationen mellem ureatallet og proteinniveauet sandsynligvis være væsentlig større, hvilket det er i Grundfoderanalyserne. Samlet set betyder resultatet, at ureakoncentrationen i tankmælk ikke er en god markør for køernes proteinforsyning under almindelige praksisforhold i dag, hvor der generelt opfodres optimerede foderrationer med en lille variation i proteinniveauet. Nærværende undersøgelse viser, at foderstyring ikke umiddelbart kan foretages på baggrund af ureamålinger i tankmælk fra besætninger der fodrer med optimerede rationer.

KONKLUSION

Undersøgelsen viser, at ureakoncentration i tankmælk med de metoder der anvendes til rutineanalyser i dag, ikke kan og ikke bør anvendes til foderstyring. Det skyldes dels den ikke alt for gode sammenhæng mellem referenceanalyser og mejeriets analyser, dels de store fluktuationer der er i mejeriernes ureatal, som ikke skyldes proteinniveauet. Det er en kedelig konklusion, fordi det er et meget anvendt redskab, men hvis ureaanalyser i tankmælk skal anvendes, kræves forbedrede analysemetoder. Desværre vil det ikke nødvendigvis løse hele problemet, fordi der samtidig ikke er fundet en utilfredsstillende sammenhæng mellem proteinniveau i rationen og

ureatallet målt med referencemetoder. Ureatallet, som gennemsnit af 3 dage, kan hvis det holdes op mod variationerne på landsplan anvendes som en indikator for at få lavet et tjek på sin ration. Det kan ikke anvendes som direkte foderstyring.

Artiklen er skrevet i samarbejde med Anne Mette Kjeldsen, Teknologisk Institut.

KILDER

Kristensen, N.B., Hvelplund, T., Weisbjerg, M.R., Lund, P., Løvendahl, P. og Aaes, O. 2009. Sempel NIR bestemmelse af ureakoncentrationen i kontrolmælk fra enkeltkøer er behæftet med stor unøjagtighed. KvægInfo, 2045. <https://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/Malkekoeer-og-opdraet/Fodring-og-pasning/Sider/SempelNIRbestemmelseafureakoncentrationenikontrolmaelkfraenkeltkoererbehaeftetmedstorunoejagtighed.aspx>

Kristensen, N.B., Storm, A. og Larsen, M. 2010. Effect of dietary nitrogen content and intravenous urea infusion on ruminal and portal-drained visceral extraction of arterial urea in lactating Holstein cows. J. Dairy Sci. 93, 2670-2683.

Kristensen, N.B. 2015. Vejledning til prøveudtagning i KMP-fuldfoder. SEGES. (https://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/Foder/KMP/Sider/Vejl-til-proeveudtagning-i-KMP-fuldfoder_2281.aspx)

Kromann, H. 2013. Prøveudtagning fra silotanke – Slutrapport. Videncentret for Landbrug, Kvæg (file:///C:/Users/tha/Downloads/Proveudtagning-fra-Silotanke.pdf)

Nielsen, N.I., Larsen, T., Bjerring, M. og Ingvarsen, K.L. 2005. Quarter health, milking interval, and sampling time during milking affect the concentration of milk constituents. J. Dairy Sci. 88, 3186-3200.

Røjen, B.A. og Kristensen, N.B. 2012. Effect of time duration of ruminal urea infusions on ruminal ammonia concentrations and portal-drained visceral extraction of arterial urea-N in lactating Holstein cows. J. Dairy Sci. 95, 1395-1409.

Aaes, O. 2007. Ureatal giver udfordringer. KvægInfo, 1798. https://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/Malkekoeer-og-opdraet/Fodring-og-pasning/Sider/Ureatal_giver_udfordringer.aspx

Aaes, O. 2006. Ureatal du kan regne med. https://www.landbrugsinfo.dk/Kvaeg/Konsulentsiden/Sider/Ureatal_du_kan_regne_med.pdf?download=true

[Til top](#)