



Norges miljø- og
biovitenskapelige
universitet

Masteroppgave 2021 30 stp
Fakultet for biovitenskap

Alkalisk havre til mjølkekyr : Effekt på mjølkeyting og kjemisk innhold i mjølk undersøkt i eit feltforsøk

Alkaline oats to dairy cows : Effect on milk yield and content examined in a
field trial

Jakob Andre Rønnekleiv

Innhold

Samandrag.....	5
Abstract	6
1.0 Innleiing	7
2.0 Gjennomgang av relevant litteratur for oppgåva.....	9
2.1 Fraksjonering av fôr	9
2.1.1 Fôranalyse	9
2.2 Kyra.....	10
2.3 Mikrobar	10
2.4 Vomma	11
2.4.1 Karbohydrater	11
2.4.2 Protein	12
2.4.3 Fett	12
2.4.4 Buffer.....	13
2.4.5 NPN.....	14
2.4.6 Urea	14
2.4.7 Ammoniakkforgiftning.....	15
3.0 Alkalisk behandling av halm og anna grovfôr.....	16
3.1 Havre	16
3.1.1 Alkalisk behandling.....	16
4.0 Mjølkeproduksjon	18
4.1 Næringsstoff til mjølkeproduksjon.....	18
4.1.1 Laktose.....	18
4.1.2 Mjølkefett.....	18
5.0 Materiale og metode.....	19
5.1.....	19
Forsøksoppsett og beskriving av forsøksbesetningane.....	19
5.2 Fôr og fôrrasjonane	21
5.3 Framstilling av fôret.....	21
5.4 Beskrivelse av datamaterialet	22
5.4.1.....	22
Forsøksbesetningane VS kontrollbesetningane	22
6.0 Resultat.....	26
Del 1.....	26
6.1 Forsøksbesetningane VS ekstern kontroll	26

Del 2.....	31
6.2 Forsøksdyra	31
8.0 Diskusjon	37
8.1 Metodediskusjon.....	37
8.2 Effekt av alkalisk behandling av korn på fôrverdi.....	38
8.3 Bruk av alkalisk havre i praksis	41
9.0 Avslutning.....	41
9.1 Høg produksjon på norske ressursar.....	41
10.0 Forsking vidare	42
Litteraturliste.....	43

Figurar

Figur 1: Kjemisk fraksjonering av fôr modifisert etter Mertens, 2003 s.7

Figur 2: Proteinomsetning i vomma s.10

Figur 3: Utviklinga i antal dagar i laktasjonen for den eksisterande kontrollgruppa og dei som var med i forsøket. s.22

Figur 4: Delfigur A: Utviklinga i EKM gjennom forsøksperioden

Delfigur B: jUtviklinga i EKM gjennom forsøksperioden med kovariat justering s.23

Figur 5: utvikling i proteininnhald i mjølk gjennom forsøkstida s.24

Figur 6: Utvikling i feittprosent i mjølk gjennom forsøkstida s.24

Figur 7: Utvikling i ureainnhald i mjølk s.25

Figur 8: Samanheng mellom dagar i laktasjonen og dagsproduksjonen s.26

Figur 9: Utvikling i antal mjølkingar registrert i roboten som snitt pr dyr gjennom eit døgn s.27

Figur 10: Utvikling i drøvtygging gjennom perioden s.27

Figur 11: Utvikling i dagleg kraftfôropptak gjennom forsøksperioden s.28

Figur 12: Samanheng mellom kraftfôropptak og dagsproduksjonen til forsøksdyra gjennom forsøket s.28

Tabellar

Tabell 1: Standard verdiar for kjemisk innhald i korn, Nordfor fôrtabell s.13

Tabell 2: Analysen av forsøksfôret og ormalverdiar for andre korntypar ved alkalisk behandling s.13

Tabell 3: Nøkkeldata om forsøksbesetningar og kontrollbesetningars.16

Tabell 4: Start og stopptidspunkt, og nokre nøkkeltal for produsentane som var med i forsøket s.17

Tabell 5: Fôrrasjonane til forsøksdyra i tida før og etter at forsøket vart starta s.18

Tabell 6: Ulike grupper forsøksdyr vart sortert etter i statistiske berekningar s.19

Tabell 7: Gjennomsnitt for kjemisk innhald i mjølka for forsøksbesetningane og kontrollbesetningane s.23

Tabell 8: Gjennomsnittstal for forsøksbesetningane fordelt etter partiet s.29

Tabell 9: Produksjon av energikorrigert mjølk(EKM) og innhald av fett og protein i mjølka for ulike tidspunkt i laktasjonen i forperioden og forsøksperioden s.29

Tabell 10: Fordelinga mellom høgt og lågtytande i besetningane s.29

Samandrag

Denne oppgåva inneheld ein litteraturdel og eigne undersøkingar. Målet med oppgåva var å undersøke om alkalisk behandling av havre kan vere ein måte og auke produksjonen på mjølkekyr og samtidig oppretthalde ein høg norskandel i fôrrasjonen. Alkalisk behandling går ut på å tilsette urea og ein enzymmiks til valsa korn og deretter lar dette virke over tid. I dette forsøket vart det bruk Maxammon som enzymmiks, der urease er ein av hovudkomponentane. Urease spaltar urea til ammoniakk og hever nitrogeninnhaldet i havren. Med bakgrunn i dette vart det gjennomført ein studie der alkalisk korn vart tilsett som ein del av rasjonen til mjølkekyr. Studien vart gjennomført som ein feltstudie med 7 besetningar. Alle besetningane hadde Lely mjølkerobot og fullfôrmiksar. Havren vert tilsett som ein del av miksen som eit kraftfôr. For dei besetningane som hadde kraftfôr i miksen vart det meste av dette kraftfôret bytta ut med alkalisk havre. Det var lagt vekt på mest mogleg å skulle vere likt mellom perioden før fôret vart innført og i perioden med forsøksfôret.

Det vart henta inn tall frå 20 andre besetningar i same område som vart nytta som kontrollbesetningar opp mot forsøksbesetningane. Dette for å skjå om dei observerte effektane var ein naturleg sesongvariasjon eller om dei var effektar av forsøksfôret. Denne vart henta inn i ettertid av at forsøket var gjennomført og det var derfor ikkje like mykje data tilgjengeleg for desse og det vart beslutta å bruke fleire besetningar i kontrollgruppa enn i forsøksgruppa. Det vart henta inn data frå tankleveringane for både forsøksbesetningane og kontrollbesetningane. Dette datamaterialet vart brukt som grunnlag for å samanlikne kjemisk innhald i mjølka mellom dei to gruppene. Det var på grunn av koronasituasjonen hausten 2020 problem med å få analysert alle tankleveringane og datamaterialet var derfor ikkje brukande til å samanlikne gruppene på energikorrigert mjølk (EKM). For å få ein samanlikning på dette vart det derfor brukt veiedata frå periodevegingane. For dyra i forsøksbesetningane var det imidlertid tilgang på data frå mjølkeroboten slik at det var mogleg å samanlikne EKM i forperioden og forsøksperioden.

Det var auke i EKM ($p < 0,05$) for forsøksdyra mellom forperioden og forsøksperioden. Innhaldet av fett og protein var derimot ikkje signifikant forskjell. Gjennom perioden var det ein auke i det totale kraftfôropptaket, som kan vere noko av årsaka til denne auken i EKM. Ei anna forklaring kan vere at den høge pH'en i alkaliske havre har vert med på å buffre vomma og gjort dyra i stand til å takle høge fôrmengder utan negative effektar på produksjonen. Det er og mogleg at tilsettinga av urea har auke tilgangen på ammoniakk og betra produksjonen av mikrobeprotein. Det vart ikkje gjort målingar av verken pH eller ammoniakkkonsentrasjonen i vomma så det kan ikkje trekkast sikre konklusjonar, men ingen negative effektar av alkalisk havre i fôr til mjølkekyr vart observert. Denne studien tyder derfor

på at det er mogleg å oppretthalde og delvis auke produksjonen med bruk av alkalisk havre i rasjoner til mjølkekyr.

Abstract

This thesis consists of a literature part and own studies. The aim of the thesis was to investigate if alkaline treatment of oats could be used to increase milk production in dairy cows and maintaining a high share of Norwegian produced feed in the diet. Alkaline treatment is a process where urea and a mix of enzymes is added to grains, in which the alkali over time influences the nutritive value. In this study, Maxammon was used as the enzyme mix, in which urease is one of the main components. Urease splits the urea into ammonia and raises the level of nitrogen in the feed. Based on this, a field study was conducted where alkaline treated oats was used in total mixed rations to Norwegian dairy cattle. Data were collecting from seven Norwegian dairy farmer selected for being as similar as possible regarding production and equipment in a period without and with the alkali treated oats added as a concentrate in the diet.

Data from a control group, consisting of twenty comparable dairy farms in the same geographical area, was used as a comparison to control that the observed production effects were related to the experimental diet and not seasonal variations. This data, however, was gathered after that trial started and some data were missing or less precise. To counteract this, number of selected farms were increased compared to the control farms. Data from milk tank deliveries were gathered from both groups and used to compare milk composition and production. Due to the ongoing pandemic in autumn 2020, there were problems with analysis of the milk tank deliveries and comparisons could not be done on energy corrected milk levels (EKM). Instead, to compare at EKM level, the data from periodical milk weighing's were used. The data from the seven dairy farms in the test group was not affected by the pandemic and it was possible to analyze these data in the pre-period and in the test period.

There was an increase in EKM ($p < 0.05$) but not milk fat and protein content for the test group when comparing the data from the pre-period and the test period. Throughout the period the amount of concentrate gradually increased, which could be a reason for the observed increase in EKM. Additional explanations could be that the alkaline treated oats could have buffered the rumen and improved digestion and nutrient utilization, due to its high pH. This could have improved the capability to handle a larger volume of feed without any negative consequences on production. It is also possible that the addition of urea has increased microbial access to ammonia, benefitting production of microbial protein. pH and level of ammonia concentration in the rumen was not measured, which means that it is not possible to conclude on that. However, no negative effects by using alkali treated oats to dairy cows. Thus, this study indicate that it is possible to maintain and partly increase the production when using alkaline treated oats to dairy cows.

1.0 Innleiing

Tørkesommaren 2018 og den nåverande pandemien har sett sjølvforsyning meir på agendaen og utnytting av norske fôrresursar har blitt viktigare. Norge har eit variert klima med kort vekstsesong og kald vinter, noko som gjer det utfordrande å dyrke blant anna proteinvekster til husdyrfôr. I 2020 utgjorde importen heile 95% av behovet for proteinråvarer i fôrmarkedet (Landbruksdirektoratet, 2020). For å auke sjølvforsyningsgraden er det derfor behov for å dyrke meir protein, eller å auke proteinverdien på det vi alt har. Eit døme på det siste er Maxammonbehandling av korn. I denne oppgåva vert Maxammon behandling av havre og alkalisk behandling av havre brukt som det same fôret. Maxammonbehandling av korn inneberer å tilsette urea og ein enzymblending til kornet. Urea inneheld 46 % nitrogen. Drøvtyggarar har gjennom sin unike fordøyelses kanal moglegheit til å nytte dette nitrogenet til proteinsyntesen og dermed auke proteinverdien av kornet. Dette kan igjen vere med på å redusere behovet for import av proteinråvarer. Enzymblending har urease som det viktigaste enzymet. Urease spaltar urea til ammoniakk og gjer kornet meir basisk. I tillegg vil Maxammonbehandla korn ha en alkalisk verking i vomma i form av buffring. Bruk av maxammonbehandla havre kan ha ein positiv effekt på vommiljøet på grunn av høgare pH i vom (Sjaastad, 2015).

Det er gjort nokon forsøk med denne type behandling dei siste åra, men då i hovudsak på bygg (Presteløkken, 2016 a og b). Det er gjort lite forsøk med bruk av havre som det einaste kornslaget. Havre kan vere interessant å undersøke da havre er ein kornsort som passar det norske klimaet godt. Det kan også vere nokon utfordringar med havre fordi den har eit lågare energiinnhald enn for eksempel bygg og dermed lågare verdsett når fôrindustrien lagar fôrblandingar. Årsaka til lågare energiverdi er at havren har eit høgt innhald av skall som har lav fordøyelighet (Prestløkken, 2011). Maxammonbehandling kan samanliknast med behandling av halm med ammoniakk. Det kan derfor vere mogleg at behandlinga kan ha same effekt på skalet som ammoniakkbehandling av halm. Vist det stemmer kan denne måten å behandle korn på gjere at havren får ein høgare energiverdi i tillegg til ein høgare proteinverdi.

Målet med dette forsøket er derfor å sjå om det er mogleg å få same eller betre produksjonen ved å bytte ut noko av det tradisjonelle kraftfôret med mindre prosessert norskproduert fôr i form av maxammonbehandla havre.

Problemstilling

Kan alkalisk behandla havre vere ei alternativ proteinkjelde i fôr til drøvtyggjarar?

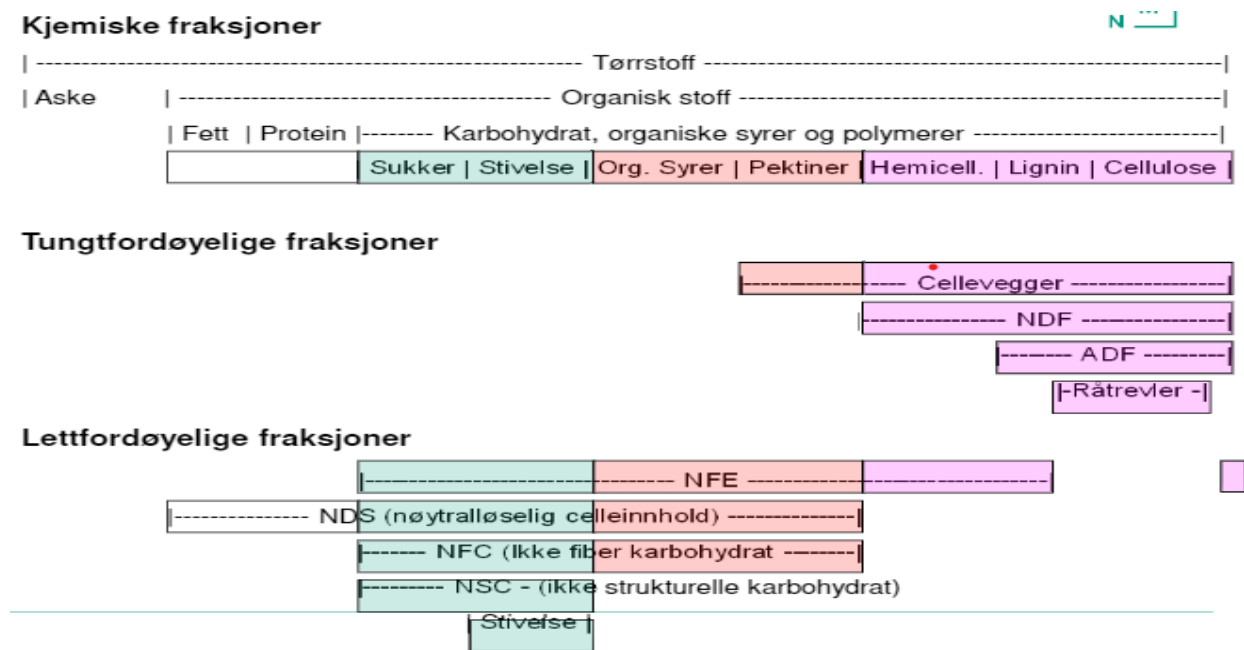
Kva effekt har denne typen fôr på ytinga til mjølkekyr?

2.0 Gjennomgang av relevant litteratur for oppgåva

2.1 Fraksjonering av fôr

2.1.1 Fôranalyse

Hovudkomponentane i tørrstoffet i fôr er forutan aske, protein, fett og karbohydrat. Til drøvtyggjarar er karbohydrat dei kvantitativt viktigaste og mest utfordrande å beskrive. Figur 1 syner ein inndeling av dei kjemiske komponentane i fôr der det er lagt særleg vekt på karbohydrata. Figuren er modifisert etter Mertens (2005).



Figur 1. Kjemisk fraksjonering av fôr modifisert etter Mertens, 2003.

I beskrivinga er karbohydrata delt inn i tungtfordøyerlege og lettfordøyerlege fraksjoner der cellevegger beskriver de tungtfordøyerlege og ikkje fiber karbohydrat dei lettfordøyerlege. I celleveggene utgjør nøytralløsele fiber hovuddelen. I analysen av NDF blir prøven varma opp i ein såpeløysing ved nøytral pH. Celleinnholdet vil dermed løyse seg opp resten betegnast NDF og består av cellulose, hemicellulose og lignin. Den delen som løyser seg opp er nøytralløseleg celleinnhold (NDS) som består av proteiner, sukker, stivelse, organiske syrer, pektin og lipider.

Denne måten å fraksjonere fôret gir en god beskriving av næringsstoffa i fôrrasjonar til drøvtyggjarar, og moderne fôrvurderingsstystem som NorFor (Volden, 2011) nyttar ein fraksjonering liknande denne.

I Norfor blir tørrstoff bestemt ved tørking av fôret på 60 °C korrigert for tap av flyktige komponentar (Åkerlind et al., 2011, s.42-44). I surfôr blir flyktige komponentar analysert i ei eiga analyse. I tillegg til å kvantifisere komponentane blir analysen nytta til denne korrigeringa.

Råprotein blir analysert ved bruk av Kjeldahl N eller Dumas der nitrogeninnholdet blir multiplisert med 6.25. Her er det viktig at å ta hensyn til at deler av ammoniakken fordampar under tørking, og 60% av ammoniakken blir tilbakeført ved korrigeringa for flyktige komponentar (Åkerlind et al., 2011, s.42-44).

Andre viktige analyser er stivelse, feitt og aske. Feitt og ask blir bestemt på tradisjonelt vis ved ekstraksjon og forbrenning og tilsvarende henholdsvis råfeitt og råaske i den tradisjonelle weende analysen nytta tidlegare. Stivelse er ei ny analyse som er viktig særleg for kraftfôr. Den vanlegast nytta metoden er nedbryting av stivelse med enzymer og kvantifisering av frigjort glukose (Åkerlind et al., 2011). Analysen inneheld også ein restfraksjon bestemt ved differanse når alle fraksjonar er analysert. Denne består i hovudsak av vassløselege karbohydrat (sukker) og organiske syrer. Beregninga sikrer at summen av næringsstoff i tørrstoff blir 100%

2.2 Kyra

Kyr er ein drøvtyggar. Den har ein mage, løpen, og tre gjeringskammer, bladmage, nettmage og vom. I gjeringskammera skjer en omfattande mikrobiell omsetting av fôr. Denne omsettinga er essensielt for at ein drøvtyggar skal kunne fordøye og nyttegjere seg av strukturelle karbohydrat. Einmaga dyr kan ikkje i like stor grad nyttegjere seg av fordøye strukturelle karbohydratar skjølv om dei har mikrobiell omsetning i baktarmen. På grunn av at drøvtyggarar har gjeringskammer før tynntarmen får dei i tillegg nytta mikrobane som proteinkjelde. Dette kan ikkje einmaga dyr gjere, noko som fører til at dei har større krav til kvaliteten på proteinet dei får tildelt (Gjefsen, 2016).

2.3 Mikrobar

I vomma er det mikrobar som lever i symbiose med vertedyret. Mikrobane har ein viktig rolle for i å bryte ned fôret, for å kunne gjere næringsstoffa tilgjengeleg for drøvtyggaren (Gjefsen, 2016). Populasjonen av mikrober består av bakteriar, protozoar og sopp. Desse bryter ned fôret og samtidig er ein næringskjelde for dyret (Gjefsen, 2016). For at mikrobane skal kunne fungere optimalt er dei avhengige av at forholda ligger til rett for dette, det innebærer temperatur og pH. Temperaturen bør ligge på eit nivå mellom 38-40 °C, og pH må ligge mellom 6,0-7,0. Ved lavare pH enn dette vil aktiviteten på mikrobane gå ned og ein vil få ein mindre effektiv nedbryting av næringsstoffa (Gjefsen, 2016).

Når mikrobane bryter ned næringsstoff brukar dei noko av energien til eige stoffskifte, mens dei skil ut resten i form av flyktige fettsyrer (VFA -Volatile fatty acids). Dei mest vanlege typane er eddiksyre, propionsyre og smørsyre. Typen VFA som blir skilt ut kan sei noko om kva type substrat som mikrobane har bryt ned (Sjaastad et al., 2016). Eddiksyre kjem frå nedbrytinga av cellulose,

propionsyre frå stivelse og smørsyre kjem frå sukker. Konsentrasjonen av dei ulike syrene er med på å bestemme pH i vomma. Ein kan dele mikrobane inn i to hovudgrupper, cellolyttiske- og amylolytiske bakter. Dei cellolyttiske likar seg best i høg pH, mens dei amylolytiske klarar seg bra på ein lavare pH (Lu et al., 2005).

Dei ulike VFA har ulik styrke når det kjem til kor mykje dei er med på å påvirke pH i vomma. Eddiksyre og smørsyre er svakare syrer som har mindre innverknad på pH enn propionsyre. Dette fører til at viss det blir gitt store mengder med lettfordøyeleg stivelse på ein gang vil dette føre til at pH i vomma vil synke. Når pH synker vil dei cellolyttiske bakteriane bli mindre effektive og dermed få ein dårlegare fordøying av cellulosen, som utgjer store deler av kyr sin diett. Ved veldig lav pH vil også dei amyolytiske bakteriane som produsera propionsyre begynne å redusert effektivitet. Vist pH fortsette å synke vil etter kvart dei bakteriane som produsera melkesyre ta meir og meir over og pH vil bli ytterligere senka. På dette stadiet står dyret i fare for å få vomasidose, dersom pH ikkje blir hevet igjen (Lu et al., 2005).

2.4 Vomma

2.4.1 Karbohydrater

Karbohydrat utgjer den største delen av fôrrasjonen til ein drøvtyggar og er derfor rekna som det viktigaste næringsstoffet. Ein rasjon til ein drøvtyggar kan bestå av rundt 75 % på tørrstoffbasis (Gjefsen, 2016).

Karbohydrat som ikkje blir brotne ned i vomma går vidare i fordøyelses kanalen og kan bli omsett der. Lettfordøyelege karbohydrat som ikkje er fordøydd i vomma kan bli spalta i tynntarmen og tatt opp som sukker direkte i blodet. Deler av tungfordøyelege karbohydrat som ikkje er fordøydd i vomma kan bli brotne ned av mikrobar i baktarmen, men her kan ikkje mikrobeproteinet bli nytta på same måte som dei blir i vist dei kjem direkte frå vomma (Gjefsen, 2016).

Glykolysen er ein 10 trinns katabolsk (katabolsk = nedbryting) reaksjonsvei. I denne reaksjonsveien vert glukose omdanna til pyruvat. Eit glukosemolekyl vil i denne reaksjonen danne 2 pyruvatmolekyl. I denne reaksjonen vert det danna energi som nyttast til å danne både ATP og NADH som er energirike sambindingar som vert nytta i mange viktige anabolske (syntese/danning) reaksjoner i kroppen. I første trinn vert glukose kopla på ei fosfatgruppe i ein irreversibel reaksjon, dette produktet vert vidare omgjort til fruktose-fosfatforbindelse ved hjelp av enzym. Fruktose-fosfatforbindelsen vert kopla på end ei fosfatgruppe for å gjere den meir energirik. Desse tre reaksjonane er irreversible og krever energi. Vidare vert fruktosen spalta i to. Ved hjelp av kitinase, isomerase, hydrolytase og mutase, som er alle enzym, vert desse to produkta omgjort til pyruvat (Cox og Nelson, 2017).

I denne prosessen krevast det 2ATP molekyl for å gjennomføre dei første 3 trinna, mens i dei neste 5 vert det danna 4 ATP molekyl. I glykolysen vert det dermed danna 2 ATP molekyl for kvart glykosemolekyl som ved brytt ned (Cox og Nelson, 2017).

Glukoneogenesen er oppbygging av glukose. Dette er ein viktig prosess hos drøvtyggar på grunn av at mykje av glukosen allereie er nedbroten av mikrobane. Glykoneogenesen er identisk med glykolysen, men i motsett retning, i alle trinn utanom trinn 1, 3 og 10 (Grunna at desse var irreversible reaksjonar i glykolysen). I denne prosessen vert det danna glukose frå stoff som ikkje er karbohydrat..

Denne prosessen kan skje i dei fleste cellene i kroppen, men det er hovudsakeleg i levera denne prosessen finner stad. Danning av glukose er ein energikrevjande prosess. Stadane der det vert brukt ATP i glykolysen (trinn 1 og 3) vert det ikkje her danna ATP, men i staden skjer den ein hydrolyse der fosfatgruppene som i glykolysen vert kopla på fruktose og glukosemolekyla her vert spalta av (Cox og Nelson, 2017).

2.4.2 Protein

Drøvtyggar kan utnytte både reine proteina og nitrogenkjelder som ikkje kjem får aminosyrer. Dette er på grunn av at dei lever i ein symbiose med mikrobane i vomma. Mikrobane har sin eigen proteinsyntese der dei bygger opp dei aminosyrene dei trengje. For å kunne gjere det er det er dei avhengig av at alle byggesteinane i aminosyrene er tilgjengeleg. Mikrobane i vomma går deretter vidare gjennom fordøyelses kanalen og blir spalta til aminosyrer og tatt opp i tynntarmen.

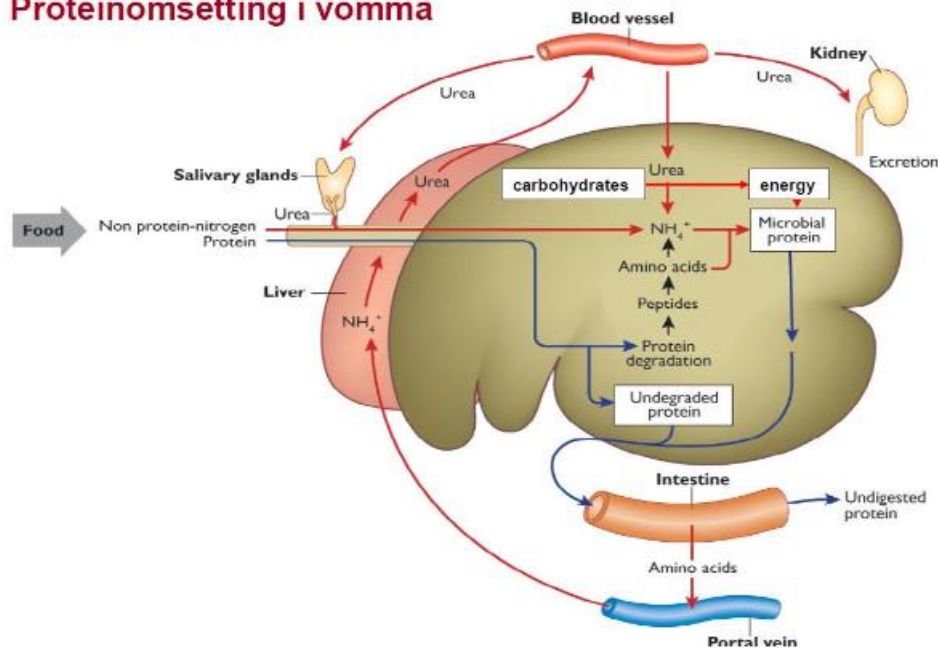
Aminosyrene går deretter vidare til cellene og i dyret sin eigen proteinsyntese, dette kan vere alt frå vedlikehald, tilvekst og produksjon av mjølk. Er det eit underskot av energi tilgjengeleg for dyret vil dei glukogene aminosyrene bli spalta og brukt som energi til dyret (McDonald, 2011).

2.4.3 Fett

Mikrobane i vomma fordøyer ikkje feitt, men dei kan spalte triglyserider til glyserol og frie feittsyrer. Glyserolen kan deretter bli brotne ned av mikrobane i vomma. Dei frie feittsyrer vert ikkje vidare brotne ned av mikrobane. Fette som ein finn igjen i mjølka er hovudsakleg metta. Det kan vere umetta fett i rasjonen, men på grunn av hydrogenering (metting) i vomma finn ein lite umetta fett i dyret (Sjaastad et al., 2016). Hydrogenering er ein prosess som ofte vert brukt frå å redusere mengda dobbelbindingar i ei umetta feittsyre. Ei umetta feittsyre er ei feittsyre som har ein eller fleire dobbelbindingar mellom karbonatom i kjeden. Ved å redusere mengda dobbelbindingar i kjeden vert feittsyra meir lineært og feittproduktet får eit høgare smelte og kokepunkt. Ved hydrogenering vert hydrogen addert inn i dobbelbindinga ved hjelp av metall (ofte nikkel). Nikkel reagerer med det eine karbonet i dobbelbindinga og opna dobbelbindinga. Hydrogen vert så introdusert til den opne doble bindinga og bind seg til det karbonet som berre inneheld 3 bindingar. Nikkelen vil vidare kople seg av

karbonatomet og eit nytt hydrogenatom vert introdusert og reagera med det karbonatomet som manglar ei binding (Cox og Nelson, 2017). Når fette kjem over frå vomma og inn i tynntarmen vert det spalta til frie aminosyrer av lipase. Det går deretter over tarmveggen og blir frakta rundt i kroppen ved hjelp av lymfesystemet. På grunn av at fett ikkje kan løysast i vatn blir det innkransa i kylomikroner, som er eit transportprotein (UiO, 2020).

Proteinomsetting i vomma



Figur 2. proteinomsetning i vomma heta frå (Sjaastad et al., 2016)

2.4.4 Buffer

Buffer vert nytta til å holde pH konstant (til ein viss grad). Ein buffer består av ei svak syre og den korresponderande svake basen. Ved tilsetjing av sterke syrer/baser til ei løysning vil bufferen motverke pH endringa i løysninga. Ein buffer har ein bufferkapasitet. Dette er kor mykje sterk syre/base som kan setjast til bufferen før den er brukt opp. Kapasiteten til ein buffer gis ved:

$$pH = pK_a \pm 1$$

Der pK_a er pH til den svake syra i bufferen (Cox og Nelson, 2017).

Dette kan vere alt frå stoff som er i fôret, blir sett til fôret eller som dyret sjølv produsera. Den mest vanlig bufferfunksjonen når det kjem til drøvtyggara er spyttet. I spyttet er det fosfat, bikarbonat, natrium, kalium, klorid, kalsium, magnesium og urea. Ein buffer er med på å ta opp H^+ ioner og hindre raske endringar i pH. Mengda spytt som blir produsert er avhengig av samansetninga av fôrrasjonen.

Rasjoner med eit lavt innhald av fiber resultera i ein lågare produksjon av spytt og dermed ein mindre buffringseffekt av spyttet. (Kristensen et al., 2003; Lu et al., 2005).

2.4.5 NPN

NPN (non-protein nitrogen) er nitrogen i fôret som ikkje stammer fra proteiner. Det stammer fra amider, aminer, peptider, frie aminosyrer, n-holdige baser i nukeinsyre, urea, nitrater og ammonium ioner. Det unike med drøvtyggara er at dei har muligheita til å utnytte denne typen nitrogenforbindelsar til protein på grunn av symbiosen dei har med mikrobane i vomma. Mikrobene bryter ned NPN forbindelsane til ammoniakk og deretter bygger det opp til fullverdig protein. Denne formen for nitrogentilførsel kan vere essensiell for ved bruk av fortypar med eit lavt innhald av protein. Innhaldet av NPN kan i korn og ferskt gras ligge på rundt 5-15% av det totale litrogeninnhaldet. I fôr som har blitt fermentert i siloproduksjon kan innhaldet av NPN komme opp mot 70%. For høgtytande kyr vil ikkje NPN kunne dekke behovet for protein, på grunn av at behovet er høgare enn det som mikrobane klarar å produsere. Dei er derfor avhengig av by-pass protein (protein som ikkje blir nedbrutt i vomma). Kyr i lav produksjon kan derimot klare seg på berre NPN på grunn av at mikrobane dekker behovet for protein. Tilsetning av urea kan derfor vere ein måte å heve proteininnhaldet i fôret på, men dette forutsetter at det er tilsterkeleg med energi tilgjengeleg. For å få best utnyttelse av ureaen må energien komme frå ein lett nedbrytbar kjelde. Det blir derfor ofte tilsett urea og melasse sammen i halm eller surfôr med dårleg kvalitet for å heve proteinnivået. (Sjaastad et al., 2015 s 670). Det er derimot viktig at nivået av ammoniakk i vomma ikkje overstiger optimum på grunn av at då vil ammoniakken berre blir absorbert og ikkje lenger vere tilgjengelig for mikrobane. Vist nivået som blir absorbert overstiger det som levra klarar å håndtere og omdanne til urea kan dyret ende opp med ammoniakkforgiftning. Dette skyldes for høge verdier av ammoniakk i blodet (Mc Donalds 2011, s. 182).

2.4.6 Urea

Urea har eit nitrogeninnhald på 466 g/kg som tilsvara til eit proteininnhald på $446 * 6,25 = 2913$ g/kg. Det er må derfor tas hensyn til om det er eit høgt innhald av urea i fôret når ein skal rekne ut proteininnhaldet. Urea blir spalta av urease i vomma frå mikobane og brutt ned til ammoniakk. Urea blir ikkje like effektivt brukt til protein i dietta med høgt innhald av protein, då vil mikobane fortetrekke å bruke ferdige aminosyrer til proteinsyntesen (McDonald, 2011). Skjølv om urea er ein god kjelde til protein er det viktig at dei andre byggsteinane i aminosyrene også er tilgjengelig, svovel kan fort verte ein mangelvare og det kan derfor vere aktuelt å tilsette dette i fôret for at ikkje proteinsyntesen til mikrobane skal stoppe opp. Ammoniakk blir ofte brukt på halm for å auke

fordøyeligheita, i slike tilfeller kan 0,3-0,5 av ammoniakken bli brukt av mikrobaner på same måte som urea som blir tilsett i fôr. Urea kan også brukast til direkte i korn for å heve proteinprosenten med 40-80 g/kg og pH opp til 8,0 (McDonald, 2011).

2.4.7 Ammoniakkforgiftning

Urea blir raskt omdanna til ammoniakk når den kjem ned i vomma til ein drøvtyggar. Dette kan vere problematisk under nokon omstendigheter. Nitrogenet kan bli skilt rett ut frå dyret og ikkje verte nytta i det heile tatt, eller det kan bli absorbert over vommveggen i så store mengder at levra ikkje klarar å handtere det. I tilfeller der mengden ammoniakk som blir absorbert over vommveggen og ut i blodet blir for stor er det fare for ammoniakkforgiftning. Symtomer på dette kan vere: krampe, påvirkning av nervesystemet (mister kontroll over musklane), overdreven sikling, ukontrolerte muskelsamentrekningar, oppblåshet og respirasjonsdefekt (både rask, overfladisk og sakte, tong pust har også vore rapportert) (McDonald, 2011). Rasjonsnivåa av urea variera i effekt og det er derfor ikkje muleg å gje ein eksakt sikkerhetsmargin. Nokon dyr kan ha inntatt over 100g per dag utan å få noko problem, medan sau som har fått 8,5g har død av det. Den dødlege dosen er 1500 $\mu\text{mol/l}$ ammoniakk i blodet, men ein ser forgiftningseffekter av 500 $\mu\text{mol/l}$. Dissa nivåa er ofte assosiert med vomkonsentrasjonar på 800 mg/l med ammoniakk, men nivået er avhengig av pH. Ammoniakk er mest skadeleg ved høg pH på grunn av at då er absorpsjonen over vommveggen høgast (McDonald, 2011).

3.0 Alkalisk behandling av halm og anna grovfôr

3.1 Havre

«NDF i kraftfôr har generelt en låg nedbrytningsgrad i vom, og en liten andel utnyttes av vommikrobene. Kornproduktene har høgt innhald av totalt ufordøyelig NDF. Spesielt gjelder dette havre, noe som skyldes at skallet utgjør en høg andel av denne typen korn. Dette forklarer at havre er har en lågere energiverdi enn bygg. (Gjefsen, 2016, s.113)

Tabell 1: standarverdiar for kjemisk innhald i korn, Norfor fôrtabell

	Bygg	Havre	Rug	Kveite
TS	883	896	900	881
Aske	23	28	19	19
Råprotein	113	113	104	131
sRåprotein	219	298	301	209
Råfett	32	64	20	28
NDF	198	287	184	127
iNDF	164	370	198	169
Stivelse	615	492	607	667
Rest	19	16	66	28
Sukker	15	13	30	14

3.1.1 Alkalisk behandling

Tabell 2: Analysen av forsøksfôret og normalverdiar for andre korntypar ved alkalisk behandling

	Enhet	Forsøksfôret	Normalverdi	Bygg	Kveite	Havre	Mais
Tørstoff	%	83,9	76-84				
Råprotein	%	17,2		14-18	14-18	14-18	12-16
Olje (A)	%	4,3					
Olje (B)	%	7,0					
Aske	%	8,0					
Stivelse	%	44,4		59-69	65-75	45-55	69-79
NDF	%	19,1					
pH		9,1	8,3-9,3				

Det har vore gjennomført ulike forsøk når det kjem til effekten av å behandle korn på ulike måtar og effekten av desse. Det vart funnet forskjell i fordøyelsen av korn som vart behandla med urea før fôring og korn som vart behandla med urea og enzym og lagra over til. Dette er også gjort nokon forsøk på det same med bygg (Presteløkken, 2016b). Her vart det funnet ein høgare forutnytting av det fôret som fekk ein alkanisk behandling. I eit polsk forsøk med havre og rughvete fant dei i in vitro forsøket at det var ein høgare konsentrasjon av det fôret som var behandla med urea enn det

ubehandla. Dei fant også ein lågare produksjon av metan frå det det kornet som var behandla med urea (Libera, et.al, 2020).

I det same forsøket vart det også funne ein større propulasjon av mikrober i vomma på dyra som hadde fått det alkaniske kornet. Ein av hypotesane bak dette er at på grunn av den høge pH i fôret har vert posetiv i forhold til å buffre vomma. Det er også sett på det at denne typen behandling har ein inverkning på kor fort stivelsen blir brutt ned. Dette gjer til at produksjonen av propionsyre ikkje stiger like fort etter fôring som det ville gjort vist kornet ikkje hadde fått ein alkanisk behandling (Libera, et.al 2020).

4.0 Mjølkeproduksjon

4.1 Næringsstoff til mjølkeproduksjon

Det viktigaste næringsstoffet i mjølkeproduksjonen er glukose, det er grunnlaget for produksjon av laktose og det er den viktigaste energikjelda til proteinsyntesen. Mengda energi i rasjonen vil derfor vere med på å bestemme både mjølkemengda og proteinnivået i mjølka. Energienivået er også med på bestemme nivået av mjølkefett, men ikkje i form av glukose. I mjølkefettet er det eddiksyre og smørsyre som er byggesteinane for dei kortkjeda fettsyrene. Dei langkjeda fettsyrene blir henta frå fôret eller mobilisert frå kroppsreservar (Sjaarstad, et.al, 2015).

4.1.1 Laktose

Nivået av laktose er som regel veldig stabilt i mjølka og varierar som regel veldig lite (4,7%). Laktose består av glukose og galaktose. I juret er det ikkje behov for insulin for å føre glukosen over celleveggen og inn i cellene, dette gjer til at opptaket av glukose til juret uavhengig av reguleringa som eller skjer i koppen på opptak av glukose. På grunn av dette er produksjonen av glukose omtrent konstant og ein periode på 24 timar (Sjaarstad, et.al, 2015).

4.1.2 Mjølkefett

Fettet i mjølka kjem i hovudsakk frå to få hovudkjelder, kropps fett og gjennom fôret. I fôret er det hovudsakleg fett i sin reine form og VFA som vert omdanna til fett i de novo syntesen. Av VFA syrene er det hovudsakleg eddiksyre som vert brukt som byggestein for å syntetisere dei korte fettkjedene i mjølka. Smørsyre kan også gå inn i fett syntesen, men berre som det fremste leddet i kjeden. Fettsyrene som kjem gjennom de novo syntesen kan ikkje verte lengre enn C:16, dei fettsyrene som er lengre enn dette kjem enten direkte frå fôret eller frå mobilisert kropps fett (Sjaarstad, et.al, 2015).

Hos drøvtyggar blir om lag 90% av det umetta fette hydrogenert i vomma, dette fører til at fett som ein finner igjen i mjølka i all hovudsak er metta fett. Sjølv om innhaldet i fôret til ein drøvtyggar kan bestå av mykje umetta fett finner ein det ikkje igjen i mjølka eller kjøtet (McDonald, et.al, 2011).

5.0 Materiale og metode

5.1 Forsøksoppsett og beskriving av forsøksbesetningane

Denne oppgåva bygger på eit feltforsøk gjennomført hausten 2020. Det var 7 mjølkeprodusentar med i forsøket. Målet var å undersøke om maxammonbehandla havre kunne vere med på å erstatte delar av kraftfôret, eller vere eit supplement, i rasjonar til mjølkekyr. Alle produsentane som var med i forsøket var frå same geografiske område og hadde fullfôrmikser og Lely mjølkerobot (angi produsent og hvilket sted og land). I tillegg vert det sett krav om minst mogleg variasjon med omsyn på dyr og føring. Dette vart gjort for å redusere variasjon knytt til driftsopplegg. Då forsøket vart gjennomført var det ikkje tilknytt ei kontrollgruppe. Under analyse av talmaterialet frå dei 7 produsentane vart det konstatert at det var nødvendig med ei kontrollgruppa for å kunne sei om effektane observert var eit resultat av forsøksfôringa, eller ein naturleg sesongvariasjon. Det vart difor henta inn samsvarande talmateriale frå andre produsentar i same område. Desse vart nytta som kontroll. På grunn av at data vart samla inn i ettertid var kjennskapen til kva type føring som hadde vert nytta dårlegare enn i forsøksbesetningane. For å veie opp for dette vart det brukt fleire produsentar i kontrollgruppa enn i forsøksgruppa, i alt 20 produsentar. Oversikt med nokre nøkkeldata frå dei 7 forsøksbesetningane og dei 20 kontrollbesetningane er gitt i Tabell 3.

Tabell 3. Nøkkeldata om forsøksbesetningar og kontrollbesetningar.

	Gjennomsnitt	Min	Maks
<u>Antall dyr;</u>			
Forsøk	47	35	55
Kontroll	44	23	72
<u>DIM;</u>			
Forsøk	165	105	229
Kontroll	157	107	198
<u>Mjølkeyting, kg/dag</u>			
Forsøk	27,5	20,1	31,5
Kontroll	26,2	18,9	30,1
<u>Fettprosent</u>			
Forsøk	4,35	3,96	4,72
Kontroll	4,32	3,97	4,78
<u>Proteinprosent</u>			
Forsøk	3,77	3,55	3,90
Kontroll	3,67	3,52	3,87
<u>Laktose</u>			
Forsøk	4,69	4,79	4,56
Kontroll	4,70	4,65	4,80
<u>Urea</u>			
Forsøk	4,44	4,83	5,30
Kontroll	4,84	2,31	7,10

Av praktiske årsaker knytt til å produsere fôret, og når produsentane hadde fått fylt opp fjøsen med tilstrekkeleg tal dyr etter summaren, vart det litt ulike startpunkt for de 7 forsøksbesetningane. Ein oversikt over start og stopp, og nokre nøkkeldata for dei 7 produsentane er vist i Tabell 4.

Tabell 4. Start og stopptidspunkt, og nokre nøkkeltal for produsentane som var med i forsøket

Produsentar	1	2	3	4	5	6	7
<u>Forsøk</u>							
Start	28.09.20	22.10.20	15.10.20	14.10.20	15.10.20	29.10.20	29.10.20
Slutt	15.11.20	29.12.20	14.12.20	09.12.20	16.12.20	16.12.20	05.01.21
<u>Antal dyr</u>							
Start	57	49	39	50	45	55	37
Slutt	56	40	50	42	46	50	34
<u>Dagar i mjølk</u>							
Start	126	164	181	177	186	118	204
Slutt	120	185	118	184	192	141	220
<u>Yting</u>							
Start	31,7	25,2	25,2	21,3	30,1	30,5	24,8
Slutt	31,4	26,6	27,8	30,2	31,3	30,9	24,8
<u>Kraftfôr</u>							
Start	6,8	6,7	6,3	6,3	7,9	8,8	5,1
Slutt	7,7	7,9	6,4	7,0	7,9	7,3	5,5

5.2 Fôr og fôrresjonane

Forsøket var gjennomført ved at det først var ein kontrollperiode der fôringa innan produsent var konstant. Det var gjort daglege registreringar av mjølkeyting, fettprosent, proteinprosent, ureainnhald i mjølk, kraftfôropptak, drøvtygging. Etter 44 dagar vart alkalisk havre introdusert i besetningane og etter ei tilvenning på 14 dagar vart same type data registrert. Tabell xx syner ein samanlikning av fôrresjonane i dei 7 forsøksbesetningane i dei ulike fasane av forsøket. Alle besetningane hadde surfôr i fôrmiksen.

Tabell 5. fôrresjonen til forsøksdyra i tida før og etter at forsøket vart starta. Kraftfôr M: kraftfôr i miksen. Kraftfôr I: individuelt kraftfôr. Kraftfôr T: Totalt kraftfôr til dyra. Alkahavre M: alkalisk havre i miksen.

Produsent	1	2	3	4	5	6	7
Før start							
Surfôr, kg	2000	2300	1370	1145	1250	1600	1885
Drank	3850			4550	3700	3850	
Annet				50	40		50
Kraftfôr M	110		165	200	100		65
TS%			43	38			
Kraftfôr I	380	350	110	320	370	430	180
Forsøksperiode							
Surfôr, kg	1650	1620	1730	1090	1595	1770	1610
Drank	3850	0	0	4550	0	3850	0
Annet	0	0	260	50	25	0	50
Kraftfôr M	0	0	0	0	40	0	0
Alkahavre M	250	150	200	225	190	200	140
TS%	36	40	39	42	38	40	36
Kraftfôr I	432	315	270	341	340	437	200
Endring i kraftfôr							
M	140	150	35	25	130	200	75
Endring i kraftfôr							
I	52	-35	160	21	-30	7	20
Totalt	192	115	195	46	100	207	95

Ved overgang til forsøksperioden vart rasjonane sett opp ved at det meste av kraftfôret i miksen vart tatt ut og erstatta med havre. Det var lagt vekt på å ikkje endre for mykje anna enn kraftfôret i perioden forsøket gjekk, men sia dette er eit feltforsøk er ikkje det lett å kontrollere gjennom heile perioden.

5.3 Framstilling av fôret

15 kg Feed grade urea pr 1000 kg korn.

5 kg Maxammon pr 1000 kg korn.

Urea og Maxammon blandes sammen på forhånd, før det igjen blandes inn i kornet. Avhengig av fuktigheten på kornet blandes det også inn vann. Er det lagertørt korn må det blandes inn 2-3% vann. Er kornet på 18% vann blandes det inn ca 1% vann.

Etter at blandingen er foretatt legger vi kornet i AG Bags. Lange plastpøser med plass til ca 200 tonn korn. Kornet er klart til bruk etter 14 dager. Behandlingen gjør kornet lagerstabil i det uendelige. Vi har hatt korn som har ligget i 3 år, og vi kan ikke registrere noen kvalitetsforringelse.

Etter 14 dager er pH i kornet steget til 8,5-9, og det er bevis på at ureaen har konvertert til ammoniakk. Før levering vales kornet, eller det kan leveres helt til de som ønsker det.

5.4 Beskrivelse av datamaterialet

5.4.1 Forsøksbesetningane VS kontrollbesetningane

Tankleveringane til alle produsentane vart brukt som samanlikningsgrunnlag for å skjå om det var forskjellar mellom dei som hadde vert med i forsøket og kontrollgruppa. Her vart det brukt to ulike datasett for å skjå forskjell på kjemisk innhald og EKM. På grunn av at kontrollgruppa vart tatt inn etter at forsøket var gjennomført, var det litt begrensa med data og hente inn frå dei. Det vart brukt månadslevering, for å finne EKM. Dette var for å skjå om det var ein naturleg variasjon i produksjonen ein såg eller om det var ein effekt av føret. Grunnen til at dette materialet vart brukt var på grunn av at det var manglar i tankleveringa i forhold til mjølkeproduksjon og antall dyr på ei kvar tid. Det vart derfor bestemt at det var betre å bruke det minste datasettet for å skjå på forskjell i EKM. På kjemisk innhald vart det derimot bestemt at ein hadde større nytte av å bruke det store datasettet med tankleveringar. Tankleveringane hadde derimot nokon hål og manglar på grunn av koronasituasjonen. Den spesielle situasjonen som var i haust på det tidspunktet forsøket vart gjennomført førte til problem med å få analysert alle prøvene som normalt blir analysert i forbindelse med melkeleveringar.

Dette problemet med prøver som ikkje var analysert førte til utfordringar i forhold til å få ein kontinuerleg kurve som viste variasjonen i gjennom heile perioden som vart sett på. Dette problemet såg ein både hadde ein i begge gruppene som det vart sett på. Samtidig hadde ein ikkje levering kvar dag, men annakvar og tredjekvar dag. Dessa leveringane vart delt opp i antall dagar dei representerte i ein kontinuerleg kurve. Der det var manglande analyser vart den forgje analysen gjeldande til det kom ein ny. Dette førte til at enkelte analyser kunne ha ein fekk større betydning enn andre, men det var lite ein kunne gjere for å unngå dette med tanke på situasjonen i heile verden.

5.4.1.1 Forsøksbesetningane

For dei som var med i forsøket hadde ein derimot noko meir data, sjølv om tankleveringane hadde same problema som hos kontrollgruppa. Det vart derfor bestemt å bruke dataen frå melkeroboten når

ein skulle samanlikne dei ulike gruppene av dyr som var med i forsøket. Her vart det ikkje sett på forskjellar mellom dei ulike produsentane, men sett på forskjellar mellom ulike grupper av dyr på tvers av alle som var med.

Tabell 6: ulike grupper forsøksdyra vart sortert etter i statistiske berekningar

Grupper	
Periode	0-2 Det vart delt inn i tre periodar, 0: forperiode, 1:tilvenningsperioden, 2: forsøksperioden
Laktasjonstadium	1-3 1: dyr som var frå 20-100 dagar i laktasjon, 2: 101-200 dagar i laktasjon, 3: 201< i laktasjon
Paritet	1-3 1: førstelaktasjonskyr, 2: andrelaktasjonskyr, 3: eldre kyr
EKM	1-2 Det vart delt inn i to ytelseskategoriar. Kategori 1 er dei dyra som var under gjennomsnittet i ytelse og 2 var dei som var over gjennomsnittet i ytelse.

For å gjere desse sammenlikningane vart det brukt individdata frå mjølkeroboten. Denne dataen gav ei måling pr gang dyret var innom roboten og laga eit snitt for heile dagen. Det vart også tatt enkeltprøver pr dyr gjennom perioden, men desse vart tatt kvar 14 dag, i tillegg til at ein hadde lite med prøver i forkant av forsøket som ble brukt til sammenlikningsgrunnlag. Det vart derfor bestemt at det var betre å bruke data frå mjølkeroboten. Då var det muleg å få kontinuerlige målingar gjennom heile perioden.

5.4.1.1 Statistikk og utrekningar

Utrekningane som vart gjort vart utført med Excel og SAS. Excel vart brukt til å sortere data og lage grafar. Dette oppsettet vart deretter brukt som grunnlag for utrekningar i SAS (versjon 9.4, SAS, Institute, 2016).

For å sjå på utvikling i EKM mellom kontrollgruppa og forsøksgruppa vart det brukt eit kovariat. Kovariatet var eit gjennomsnitt av to målingar før tildeling av forsøksfôret starta. Datasettet har ikkje har så mange målingar, men 5 målingar også etter at forsøksfôret vart tildelt gjer det mogleg følge utviklinga over tid. For kjemisk innhald i mjølk vart det brukt prøver frå tankleveringar. Dette gav ein registrering annakvar eller tredje kvar dag. Desse vart delt opp til enkeltdagar for å gje ein kontinuerleg tidslinje gjennom heile perioden. Dette var for alle produsentane. For fett, protein og urea vart eit gjennomsnitt av dei siste 14 dagane før forsøket vart starta nytta som kovariat.

Til statistisk vurdering vart mixed prosedyren (Proc Mixed) i SAS brukt. Modellen brukt for å undersøke effekt av kontrollgruppa mot dei som var med i forsøket var:

$$Y_{ijkl} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \beta\gamma_{jk} + \text{cov} + e_{ijkl}, \text{ der}$$

Y_{ijkl} = observert variabel

μ = gjennomsnitt for variabelen

α_i = tilfeldig effekt av besetning ($i = 1, 27$)

β_j = fast effekt av gruppe ($j=1$ -kontroll, 2-forsøk)

γ_k = fast effekt av dager i forsøk ($k = 14-28$)

mulig det mangler periode her, i så fall må det også inn i modellen!

$\beta\gamma_{jk}$ = samspill mellom gruppe og dager i forsøk

Cov = kovariat av variabel til forperiode

e_{ijkl} = tilfeldig feil

I modellen ble dager i forsøk vurdert som gjentatt måling på samme dyr. Det ble benyttet CS som kovariansstruktur og resultatene er presentert som Least Square Means (LSmeans) med Standard error for LSmeans (SEM). Forskjeller mellom LSmeans ble vurdert som statistisk sikre ved $p < 0,05$.

For dei 7 besetningane i forsøksgruppa ble det brukt data frå mjølkeroboten som grunnlag for å skjå på forskjellar mellom grupperinger. Det vart delt inn i tre hovedperioder 0, 1 og 2, der 0 var forperioden, 1 var tilvenningsperioden og 2 var forsøksperioden. I dei statistiske vurderingane vart periode 0 og 2 nytta til å seie noko om effekten av alkalisk havre. I tillegg vart dyra delt in i 1., 2. og 3. paritet, tidleg (1), middels (2) og sein (3) laktasjonsstadium, og låg (1) og høg (2) yting.

Modellen brukt for å undersøke effekt av forsøksfôret var:

$$Y_{ijklm} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + \Delta_m + \omega_l + \beta\gamma_{jk} + \beta\Delta_{jm} + e_{ijklmn} \text{ der}$$

Y_{ijklm} = observert variabel

μ = gjennomsnitt for variabelen

α_i = tilfeldig effekt av besetning ($i = 1, 7$)

β_j = fast effekt av periode (j =forperiode (0-kontroll), forsøksperiode (2-alkalisk havre))

γ_k = fast effekt av paritet ($k = 1, 2, 3$)

ω_l = fast effekt av laktasjonsstadium ($l = 1, 2, 3$)

Δ_m = fast effekt av ytelsesklasse (m = EKM låg (1) EKM høg (2))

$\beta_{\nu_{jk}}$ = samspel mellom periode og paritet

$\beta\Delta_{jm}$ = samspel mellom periode og ytelsesklasse

e_{ijklmn} = tilfeldig feil

Det ble benyttet CS som kovariansstruktur og resultatene er presentert som Least Square Means (LSmeans) med Standard error for LSmeans (SEM). Forskjeller mellom LSmeans ble vurdert som statistisk sikre ved $p < 0,05$.

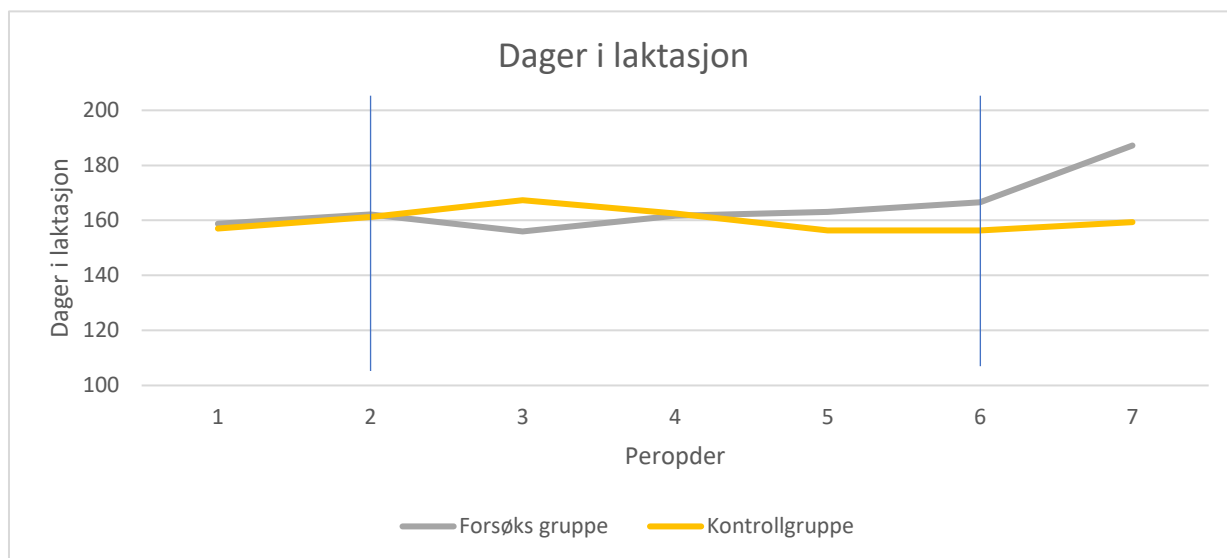
6.0 Resultat

Del 1

6.1 Forsøksbesetningane VS ekstern kontroll

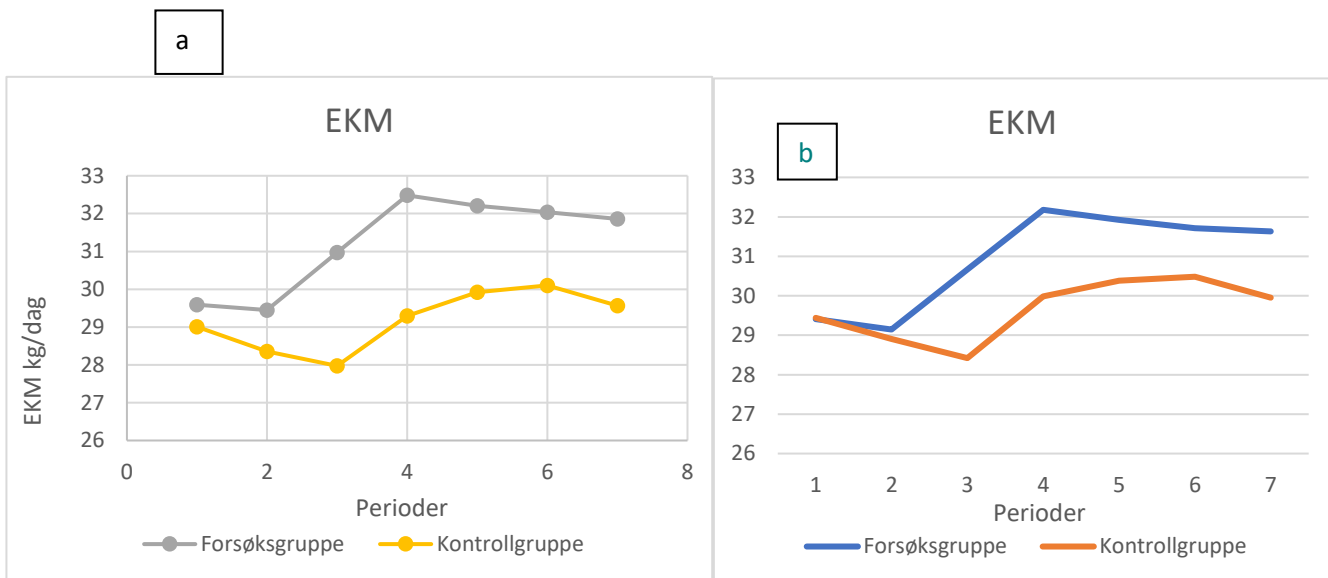
Resultat vist i denne delen er av forsøket er mellom forsøksgruppa og den eksterne kontrollgruppa. Den eksterne kontrollgruppa består av 20 besetningar i same området med lausdrift og Lely robot. Denne gruppa vart henta inn i etterkant av at forsøket var gjennomført og dette resulterte i at det var begrensa med informasjon om denne gruppa. Hensikta med gruppa var å bekrefte eller avkrefte om dei variasjonane som ein såg i forsøksgruppa var naturlege sesongvariasjonar eller eit resultat av sjølve forsøksfôret.

Figur 3 viser utviklinga i antal dagar i laktasjon mellom den eksterne kontrollgruppa og dei som var med i forsøket. Forsøket starta mellom punkt 2-3 på grafen, og sluttar mellom punkt 5-6. På grunn av mangel på datapunkter var det ikkje mogleg å lage ein kontinuerleg kurve gjennom heile perioden, slik at kvart datapunkt representerer ein månad. Figuren viser derfor ikkje endringar som førekjem på den eksakte datoen for forsøksstart, men utviklinga gjennom heile perioden



Figur 3. Utviklinga i antal dagar i laktasjon for den eksterne kontrollgruppa og dei som var med i forsøket. Området mellom dei to vertikale linjene representerer forsøksperioden.

Figur 4 viser utviklinga i Energi korrigert mjølk (EKM) mellom kontrollgruppa og forsøksgruppa. Delfigur A viser utviklinga gjennom perioden utan kovariat justerte og delfigur B viser utviklinga med ein kovariatjustering. Det er også her ingen eksakt startpunkt for når forsøket starta, men den starta mellom 2-3 og vart avslutta mellom 5-6. Med kovariatjusteringa ser ein at ein får utlikna forskjellen som var mellom gruppene i forkant av forsøksstart. Ein ser blant anna at grafane har ein lik form gjennom heile perioden, men at det blir ein aukande avstand mellom dei etter at forsøksfôret vart tildelt til forsøksdyra.



Figur 4. Delfigur A: utviklinga i EKM gjennom forsøksperioden. Delfigur B: utviklinga i EKM gjennom forsøksperioden med kovariat justering.

Tabell 7 syner dei same data samla til gjennomsnitt for dei to periodane (forperioden og forsøksperioden). Tala er henta frå tankleveringane til samtlige av dei 27 besetningane (forsøksbesetningane og kontrollbesetningane). Den viser det kjemiske innhaldet i mjølka, protein, fett og urea. Det er ein signifikant forskjell mellom fettinhaldet i forperioden og forsøksperioden for begge gruppene (p-verdi 0,001). Ingen av dei andre verdiane er signifikante, men det er ein tendens til at det er eit høgare urea innhald i mjølka for forsøksbesetningane (P-verdi 0,067)

Tabell 7: Gjennomsnitt for kjemisk innhald i mjølka for forsøksbesetningane og kontrollbesetningane.

Tala er henta frå tanklevering

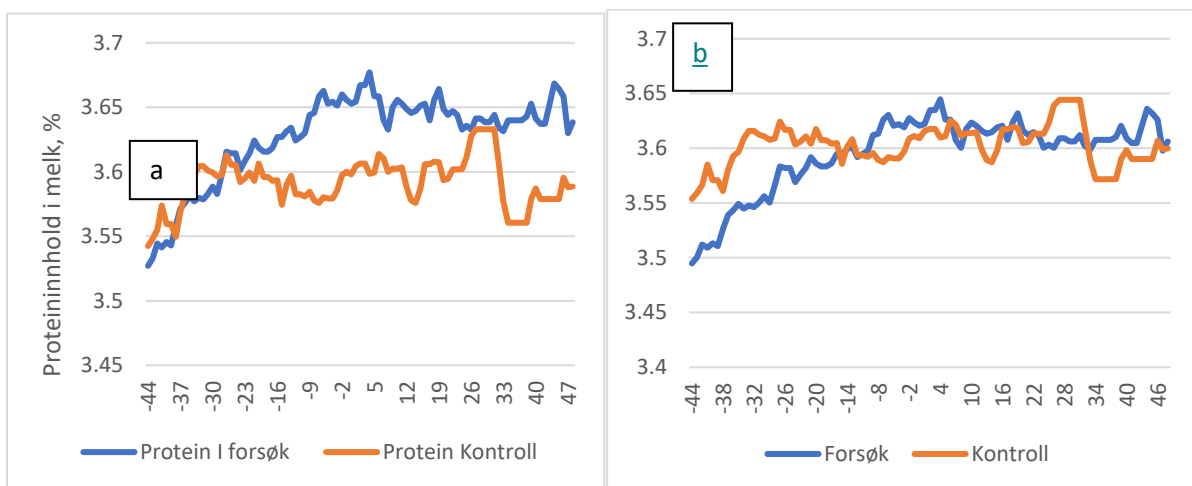
	Forperiode		Forsøksperiode		SEM	p-verdier ¹			
	Kontr	Alka	Kontr	Alka		1	2	3	4
Protein %	3,60	3,60	3,61	3,61	0,01	0,74	0,06	0,73	0,76
Fett %	4,41	4,40	4,44	4,42	0,02	0,48	0,001	0,51	0,47
Urea mmo/l	5,10	4,95	4,90	5,10	0,06	0,50	0,36	0,62	0,067

¹1 Kontroll vs. Alka; 2 Per 1 vs. Per 2; 3 Kontr vs. alka i periode 1; 4 Kontr. Vs. alka periode 2

Figur 5 viser utviklinga for protein gjennom heile perioden som det vart gjort registreringar på.

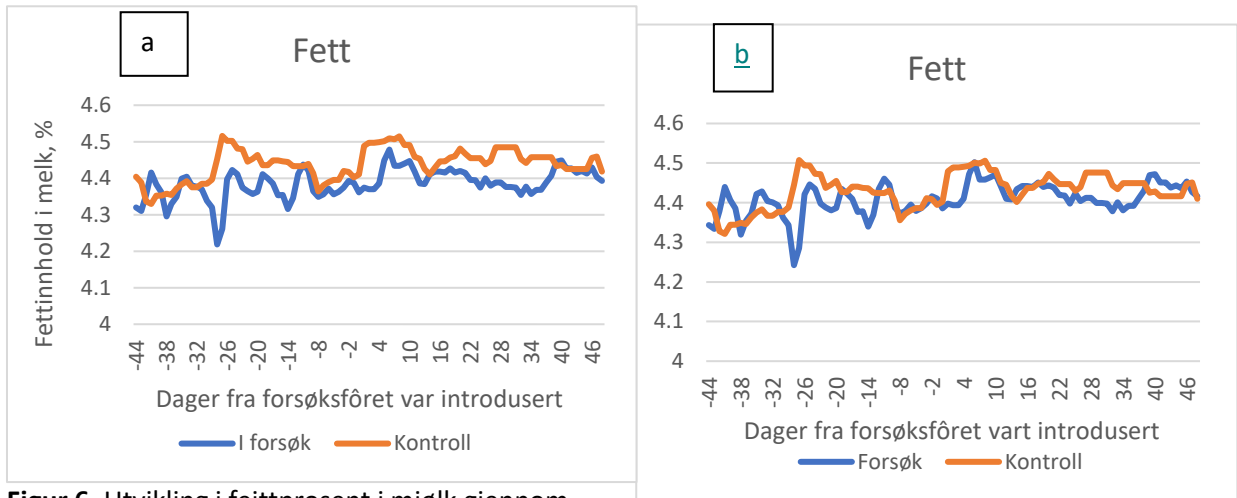
Forsøksfôret vart introdusert på dag 0 og dei første 14 dagane etter dette blei rekna som tilvenningsperioden. Registreringane for forsøket begynner derfor på dag 14 i grafen.

Tala som er brukt er aritmetisk gjennomsnitt i prosent og ikkje vekta ut frå yting på grunn av manglande mjølkemengder i dette datasettet. Figur 5a viser utvikinga utan kovariatjustering, medan Figur 5b viser utvikling med ein kovariatjustering. Utan kovariatjustering kan det sjå ut som det er stor skilnad mellom gruppene, men justeringa gjer forskjellen mindre.



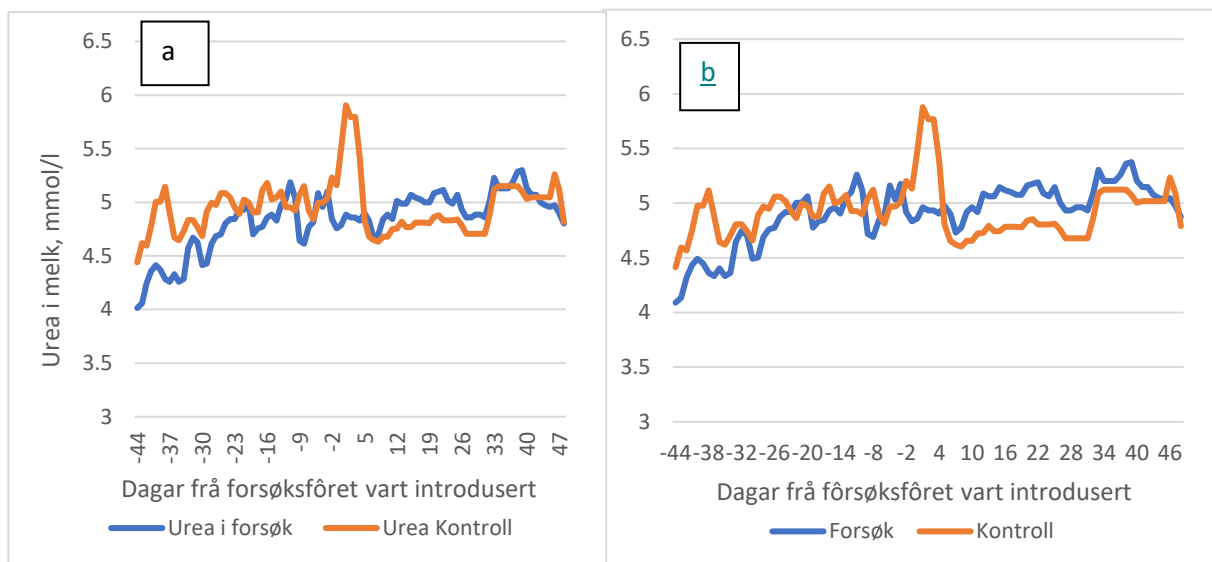
Figur 5. Utvikling i proteininnhald i mjølk gjennom forsøksstida. Delfigur a syner observert utvikling, medan Delfigur b syner kovariatjustert utvikling.

Figur 6 viser utvikling i fettprosent i mjølka gjennom forsøksstida. Det veldig lite forskjell mellom forsøksgruppa og kontrollgruppa både utan (Delfigur a) og med (Delfigur b) justering for kovariat.



Figur 6. Utvikling i fettprosent i mjølk gjennom forsøksstida. Forsøksfôret vart introdusert på dag 0. Delfigur a syner observert utvikling, medan Delfigur b syner kovariatjustert utvikling

Figur 7 viser utviklinga i ureainnhald i mjølk gjennom perioden før og under forsøket for dyra som var med i forsøket og kontrollgruppa. Ein ser at det er forholdsvis liten forskjell mellom gruppene når det kjem til ureanivået. Ein kunne tenke seg at det skulle vere noko meir forskjell med tanke på at det er noko høgare nivå av urea i det fôret som vart tildelt dei som er i forsøksgruppa, dette ser ein derimot ikkje utifå grafane.



Figur 7. Utvikling i ureainnhald i mjølk.

Viser perioden før og under forsøket for dyra som var med i forsøket og kontrollgruppa. Delfigur A viser observerte verdiar, medan delfigur B syner kovariatjusterte utvikling.

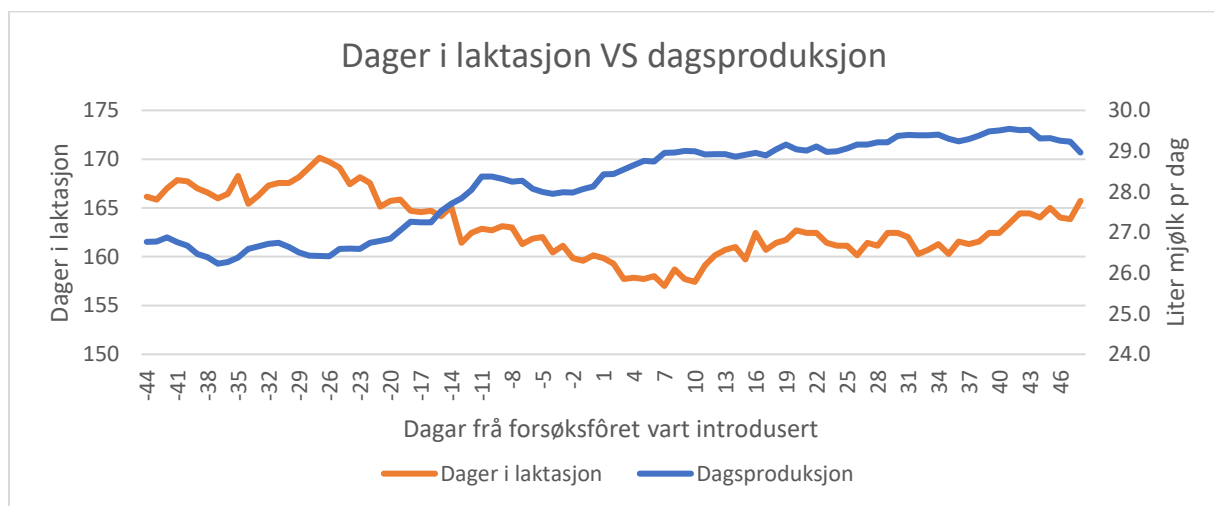
Del 2

6.2 Forsøksdyra

Resultata i denne delen er kunn for dei dyra som var med i forsøket. I denne delen hadde ein tilgang på større datamateriale om dyra. For forsøksdyra hadde ein tilgang på data frå mjølkeroboten og kunne dermed hente andre typar data enn hos kontrollbesetningane. Kontrollleddet i denne delen er perioden før forsøksfôret vart introdusert. Dag 0 viser tidspunktet der forsøksfôret vart introdusert for dyra. Dei statistiske modellane tar utgangspunkt i 14 dagar tilvenning til forsøksfôret og sarter derfor på dag 14.

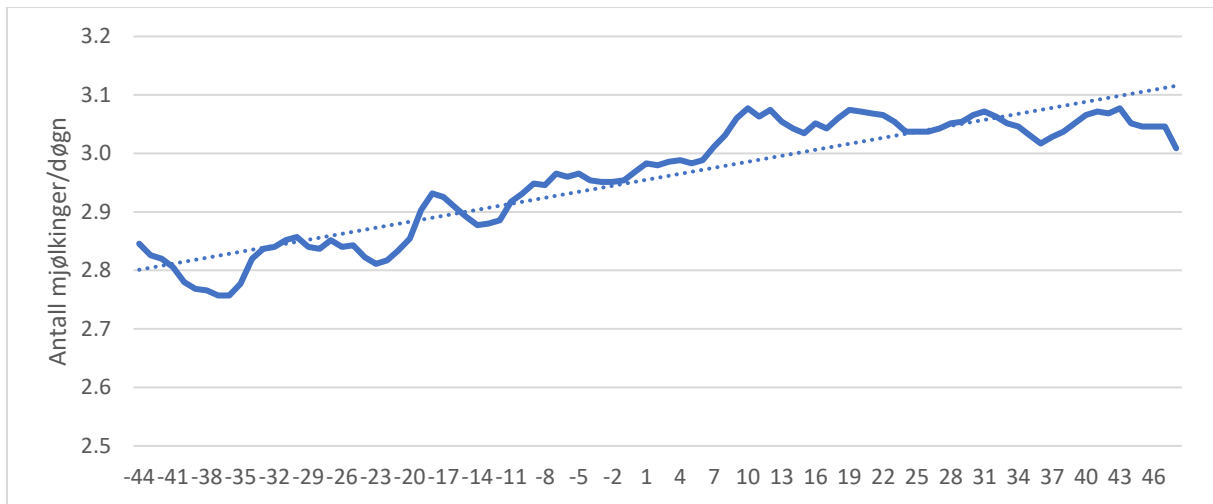
Figur 8 viser samanhengen mellom dagar i laktasjon og dagsproduksjonen. Dag 0 er når det nye fôret vart introdusert, og ikkje dag for når registreringane nytta i dei statistiske beregningene begynte.

Registreringane nytta til statistiske beregninger starta dag 14 då tilvenningsperioden var ferdig. Dagar i laktasjon held seg forholdsvis stabilt, mens ytinga i liter mjølk går noko opp.



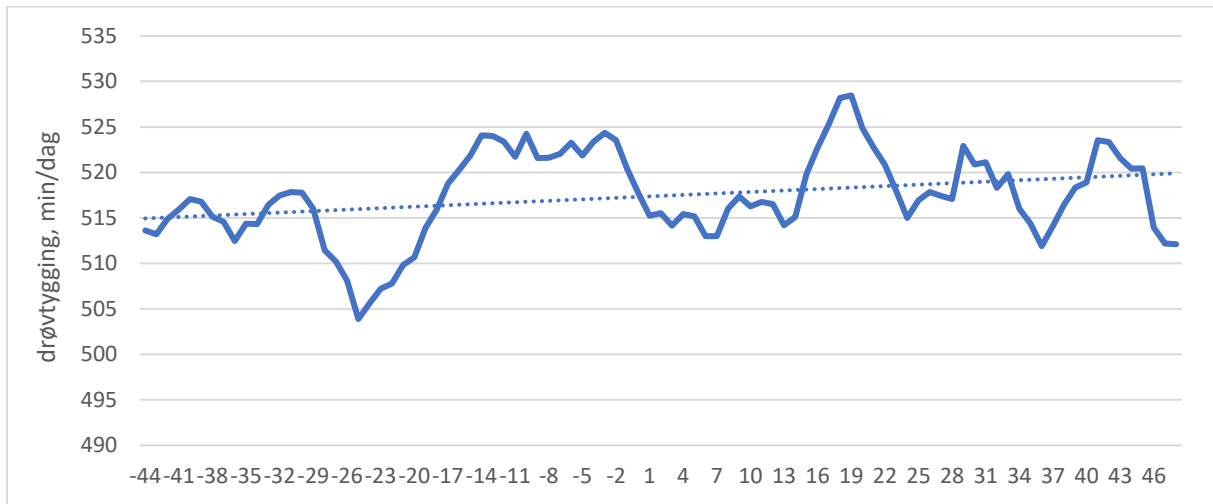
Figur 8. Samanhengen mellom dagar i laktasjon og dagsproduksjonen. Dag 0 er når den alkaliske havren vart introdusert og frå dag 14 vart dei statistiske registreringane tatt

Figur 9 viser utviklinga i antal mjølkingar gjennom forsøksperioden målt i roboten som snitt pr dyr gjennom eit døgn. Dataen er henta frå mjølkeroboten som registrera kor ofte kvar kyr blir mjølka. Ein ser det er ein jamn utvikling i forkant av at forsøket vart satt i gang, men flata litt ut etter at forsøket var kome i gang. Sjølv om den ikkje fortsetter å stige så går den ikkje ned gjennom forsøket. Dette var noko som vart sett på som ein potensiell utfrodring i forkant av forsøket.



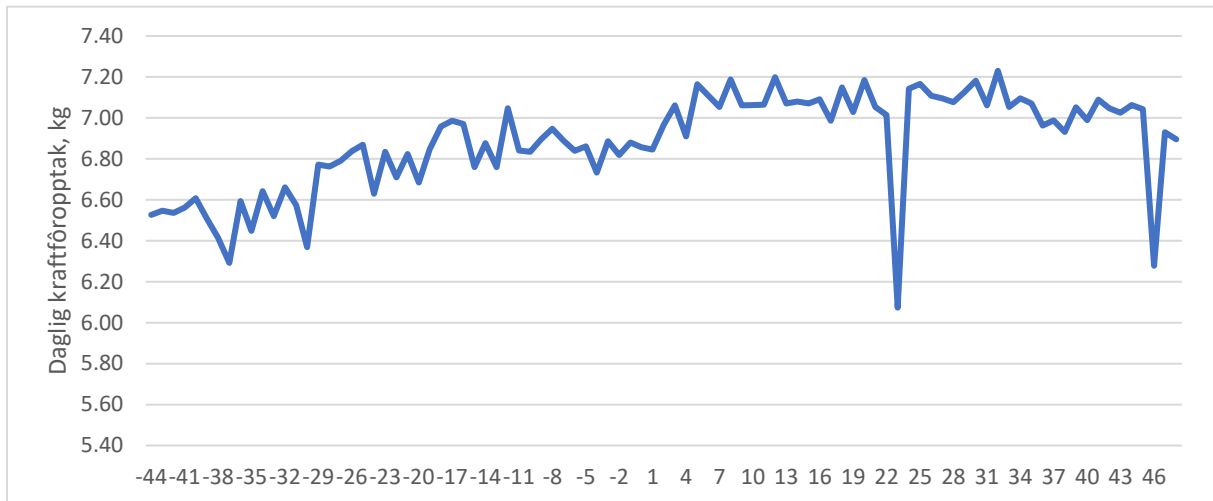
Figur 9. Utvikling i antal mjølkingar gjennom forsøksperioden registrert i roboten som snitt pr dyr gjennom eit døgn

Figur 10 viser utviklinga i drøvtygging gjennom perioden registrert gjennom utstyr tilknytt mjølkeroboten. Ein ser ein utvikling gjennom perioden at det er ein auke i drøvtygging. Ein ser at sjølv kraftfôrandelen har auka noko gjennom perioden så har ikkje drøvtygginga gått ned.



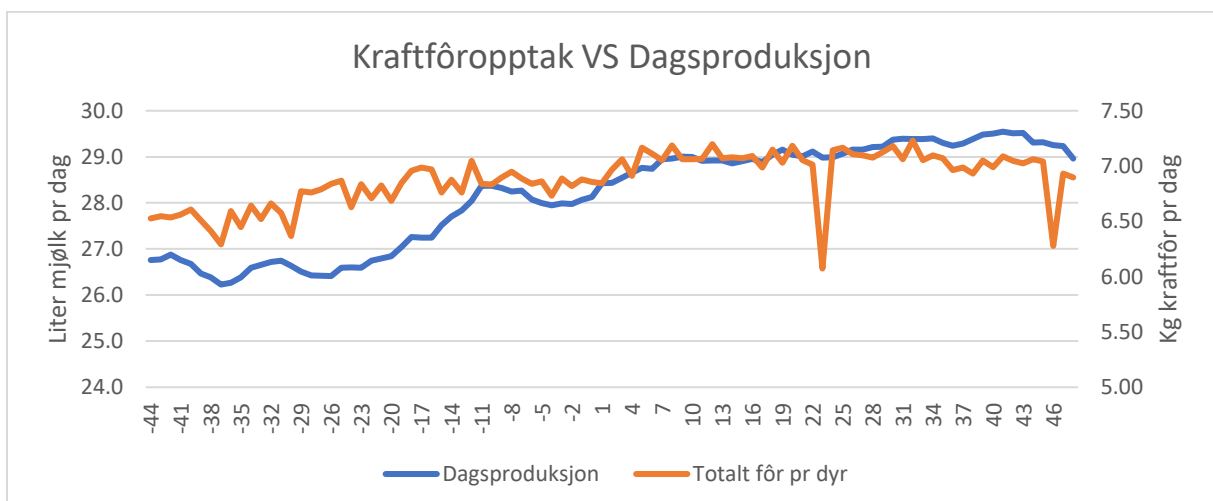
Figur 10. Utvikling i drøvtygging gjennom perioden.

Figur 11 viser utviklinga i kraftfôropptak gjennom perioden før og i forsøket. Kraftfôrmengda stiger jamt fram til forsøksstart og deretter flatar noko ut. Det er nokre tydelege dropp i kraftfôropptaket gjennom perioden, men dette skyldast feil, manglande registreringar frå roboten på tidspunktet fallet i kurven kjem.



Figur 11. Utvikling i daglig kraftfôropptak gjennom forsøksperioden.

Figur 12 viser sammenhengen mellom kraftfôropptak og dagsproduksjonen til dyra. På dag 0 vart forsøksfôret introdusert, registreringene starta på dag 14. Ein ser at dagsproduksjonen har forsett å auke etter at det nye fôret vart introdusert, kraftfôropptaket har ikkje auka like mykje.



Figur 12. Samanhengen mellom kraftfôropptaket og dagsproduksjonen til forsøksdyra gjennom forsøket.

Tabell 8 viser Produksjonen av energikorrigert mjølk (EKM) og innhold av fett og protein i mjølka fordelt mellom dyr i ulike laktasjoner. 1 er første laktasjon, 2 er andre laktasjon og 3 er eldre dyr. Det er ei auke i antal liter mellom forsøksgruppene. Tabellen viser at alle dyra går opp i produksjon og for EKM er forskjellen signifikant for dyregruppene før og etter at dei fekk tilført det nye fôret. Det var ikkje samspel mellom gruppene. For protein og fett var det ikkje forskjell mellom før og etter at dei fekk tildelt det nye fôret.

Tabell 8. Gjennomsnittstal for forsøksbesetningane fordelt etter paritet.

² Paritet	Forperiode			Forsøksperiode			SEM	p-verdier ¹	
	1	2	3<	1	2	3		1	2
EKM kg/dag	26,8	31,3	34,8	27,4	33,4	35,4	1,06	0,005	0,669
Protein %	3,55	3,59	3,70	3,55	3,56	3,67	0,05	0,458	0,545
Fett %	4,29	4,57	4,7	4,49	4,54	4,67	0,09	0,560	0,993

¹ 1 Forperiode VS Forsøksperiode; 2 samspill mellom Forperiode og Forsøksperiode

² 1 Fyste laktasjonskyr; 2 andre laktasjon kyr; 3< Kyr som har 3 eller fleire laktasjoner
EKM – Energitkorrigert melk, SEM – Standard error LSmeans

Tabell 9 viser Produksjonen av energikorrigert mjølk (EKM) og innhald av fett og protein i mjølka for ulike tidspunkt i laktasjonen i forperioden og forsøksperioden. Tabellen viser at ytinga som forventet var høgast tidleg i laktasjonen og gjekk nedover utover i laktasjonen. For innhald av fett og protein var det motsett med økt innhald i mjølka utover i laktasjonen. For EKM var det en sterk tendens (p=0,052) til høgare yting i forsøksperioden samanlikna med forperioden. For innhald av fett og protein i mjølka var det ingen forskjell mellom de to periodane. Det var ikkje samspel mellom laktasjonsstadium og periode i forsøk.

Tabell 9. Produksjonen av energikorrigert mjølk (EKM) og innhald av fett og protein i mjølka for ulike tidspunkt i laktasjonen i forperioden og forsøksperioden

Lakt.stadium ²	Forperiode			Forsøksperiode			SEM	p-verdier ¹	
	1	2	3<	1	2	3		1	2
EKM, kg/dag	32,8	31,5	28,4	34,0	32,2	30,0	1,05	0,052	0,669
Protein, %	3,51	3,56	3,77	3,50	3,57	3,71	0,05	0,458	0,545
Fett, %	3,84	4,42	5,32	3,89	4,47	5,35	0,09	0,560	0,993

¹ 1 Effekt av forsøk, 2 Effekt av laktasjonsstadium

² 1 Laktasjonsstadium 20-100 dagar i mjølk; 2 Laktasjonsstadium 101-200; 3< Laktasjonsstadium 201<
EKM – Energitkorrigert mjølk, SEM – Standard error LSmeans

Tabell 10 viser forskjellen i EKM mellom høgtytande og lågtytande dyr. EKM er om dyra er over eller under gjennomsnittet i kvar enkelt besetning. Dyr som er under gjennomsnittet kjem i kategori 1, mens dyr som er over gjennomsnittet kjem i kategori 2. Det er derfor ein vesentleg forskjell mellom gjennomsnittet i dei to gruppene. Begge dyregruppene har ein auke, denne er ikkje signifikant.

Tabell 10. fordelinga mellom høgt og lågtytande i besetningane

² EKMk	Forperiode		Forsøksperiode			p-verdier ¹		
	1	2	1	2	SEM	1	2	3
EKM	26,3	35,6	27,4	36,7	1,03	0,052	0,001	0,877

¹ Effekt av forperiode VS Forsøksperiode; 2 gruppe 1 vs 2; 3 periode Vs EKMk

²EKMk er om dei har ein produksjon som er over eller under gjennomsnittet i sin besetning for dei ulike dyregruppene

8.0 Diskusjon

Målet med oppgåva er å undersøke om alkalisk behandla havre kan vere ei alternativ proteinkjelde i fôr til drøvtyggjarar. I denne oppgåva er det dermed undersøkt nærmare kva effektar eit alkalisk korn har på produksjonen til mjølkekyr og kva denne effekten kan resultere i. Vidare verdt det drøfta ulike utfordringar, samt positive effektar ein ser ved å bruke denne typen fôr.

Fyrste del av diskusjonen tek føre seg fordelar og utfordringar med tanke på gjennomføring av sjølve forsøket. Her blir det teke opp kva som kunne vert gjort annleis og kva fordelar ein har ved å bruke denne typen forsøk. Vidare er metoden nytta og resultatet på fôrverdi diskutert nærare. Til slutt er nokre element omkring praktisk bruk og nytte vurdert.

8.1 Metodediskusjon

Ideelt sett burde eit slikt forsøk gjennomførast ved at forsøksledda vert testa samtidig, eller ved ombyting. Dette set høge krav til fasilitetane og er eit krevjande, samt kostbare forsøk å gjennomføre. Det var dermed nytta feltforsøkt, som eit alternativ. Feltforsøk er enklare å utføre, men er meir utsett for variasjon (Ringdal, 2014). For å veie opp for, moglegheitene for stor variasjon vart forsøket gjennomført over ei avgrensa tidsperiode. Det var sju besetningar som deltok. Det vart i tillegg lagt vekt på at dei sju besetningane skulle vere like med omsyn på geografisk spreining og driftsopplegg. Forsøket vart i starten planlagt utan ei eiga kontrollgruppe. Forsøket var gjennomført ved at gruppa på sju besetningar fekk blanda inn alkalisk behandla havre i fôrmiksen. Det vart samla inn data i denne forperioden som vart brukt som ein kontroll for å sjå på effekten av fôret i forsøksperioden.

Ved analyse av talmaterialet frå dei sju produsentane vart det klart at ei ekstern kontrollgruppe var nødvendig. Dette for å kunne sei om effektane ein observerte var eit resultat av fôringa tilknytt forsøket, eller ein naturleg sesongvariasjon. Området der forsøket vart gjennomført har eit aktivt husdyrmiljø med fleire mjølkeprodusentar med driftsopplegg tilsvarande dei sju forsøksbesetningane. Det vart difor henta inn samsvarande informasjon frå andre produsentar i området. Desse vart nytta som eksterne kontrollbesetningar. På grunn av at informasjonen vart samla inn i ettertid var kjennskapen til kva type fôring som hadde vert praktisert i desse besetningane dårlegare enn i forsøksbesetningane.

For å veie opp vart det brukt fleire produsentar i kontrollgruppa enn i forsøksgruppa, i alt tjue. For å minimere eventuelle forskjellar med tanke på mjølkeproduksjonen vart det i tillegg sett krav om at det skulle vere nokolunde likt i tal dagar i laktasjon mellom gruppene. Omtrent likt tal dagar i mjølk tilseier at eventuell forskjell i mjølkeyting mellom gruppene kan tilskrivast endring i fôringa og ikkje at kyrne var tidlegare i laktasjon og difor hadde ein høgare produksjon. Sjølv om det ikkje føreligg informasjon

om korleis fôrrasjonen var i kontrollbesetningane, ligg det såpass mange dyr bak tala at det ikkje burde vere eit systematiske avvik frå normalverdiene. Det var ikkje systematiske skilnader mellom gruppene ved oppstart av forsøket (Tabell 4) og det var ikkje skilnad i dagar i laktasjon mellom dei som var med i forsøket og kontrollgruppa så lenge forsøket varte (Figur 3). På bakgrunn av dette vart det konkludert med at kontrollgruppa var representativ og kunne nyttast til å kunne sei noko om eventuelle verknader av forsøksfôret i forsøksbesetningane.

Verknader av forsøksfôret er stadfesta gjennom Figur 4 for EKM og, Figur 5 til Figur 7 for høvesvis innhald av feitt, protein og urea i mjølk. Desse figurane syner at det er ein klar auke i produksjonen av EKM, men ikkje samansettinga av mjølka når forsøksfôret vart introdusert mellom periode 2 og 3 for EKM og ved dag 0 for feitt, protein og urea. Dette vil i det etterfølgande bli nøyare diskutert på basis av individdata frå dei sju forsøksbesetningane.

8.2 Effekt av alkalisk behandling av korn på fôrverdi

Bakgrunnen for forsøket var å sjå om alkalisk behandling av havre kunne vere med på å erstatte ein del av kraftfôret som blir brukt til høgtytande mjølkekyr. Resultata for produksjon av EKM tyder på at det er mogleg. Ei årsak til at det er viktig er at omkring 95% av proteinråvarane brukt i kraftforblandingar er importert (Landbruksdirektoratet, 2020). Dette er uheldig med omsyn på sjølvforsyningsgrada av protein. Drøvtyggaren har ein unik evne til å omdanne enkle nitrogenforbindelsar som ammoniakk til fullverdig protein gjennom symbiosen med mikrobane i vomma (Volden, 2011). Ammoniakk har vert brukt til å auke fôrverdien på halm i mange år i Norge (Brodshaug, 2018). Det fekk ny aktualitet under tørkeåret i 2018 fordi tilgangen på surfôr var begrensa i store deler av landet (Brodshaug, 2018). Ammoniakkbehandling aukar både energi og proteinverdien av halm gjennom auka fordøyelighet og tilførselen av nitrogen (Sundstøl og Arnason, 2009). I kva grad ammoniakkbehandling påverkar energi- og proteinverdien av korn er ikkje undersøkt i same grad.

Det er to hovudmetodar som ofte blir testa når det kjem til behandling av korn med urea. Dei er å tilsette den rett før fôring eller å tilsette det i forkant og å la det få virke over tid, som det vart gjort i denne undersøkinga. Maxamonbehandlinga går ut på å tilsette ein enzym-mix saman med urea. Den aktive hovedkomponenten i denne er urease som spaltar urea til ammoniakk. I dette forsøket vart det brukt havre. Det er ikkje kjent for meg om det er gjennomført forsøk av denne typen på berre havre fôr, men det er gjennomført forsøk i Polen der havre har vert med i miksen (Lisbera, 2020). Dette forsøket kjem eg tilbake til seinare. Det er derfor ikkje mykje å samanlikne med når det kjem til mjølkekyr, men ein kan trekke nokre parallellar til forsøk gjennomført på bygg.

Det har vore gjennomført to forsøk på NMBU der det vart brukt alkalisk behandla bygg. Eit fordøyelses forsøk og eit produksjonsforøk. I det fordøyelsesforsøket vart det sett på fôropptak, produksjon, omsetning i vom og fordøyeligheit av næringsstoff (Prestløyken, 2016a). Samanlikninga i forsøket var valsa bygg og maxammonbehandla bygg. I forsøket kom maxammonbehandla bygg betre ut en vanleg bygg. Ei mogeleg forklaring på at at maxammon kom best ut i det forsøket, kan vere knytt til at det var eit lavare innhald av protein i rasjonen med vanleg bygg.

Mikrobane i vom føretrekk et innhald i vomvæske på minimum 5 mg/l for å fungere optimalt (Stern og Hoover, 1979). Innhaldet av ammoniakk i vomvæska vart ikkje målt i dette forsøkt, men kan vere ei forklaring på positiv utvikling i EKM i dette forsøket med havre. Ei mulig forklaring kan være havren brukt som kraftfôr i fullfôrmiksen. Dei som hadde kraftfôr i miksen bytta dette ut med alkalisk havre, og dei som ikkje hadde kraftfôr i miksen tilsette det oppå eksisterande blanding. Dette kan ha ført til at den totale mengda med råprotein i miksen kan ha gått opp og auka produksjonen. I ein rasjon med lite nitrogen tilgjengeleg vil ein ureatilsetning ha god effekt på den mikrobielle aktiviteten i vomma (McDonald, 2011). Innhaldet av protein i rasjonane var imidlertid neppe begrensande då innhaldet av urea i mjølka var omkring 5 mmol/l. Då er det meir tenkeleg at auka yting i EKM er knytt til betre vommiljø og betre fôrutnytting og/eller auka fôrstyrke. I produsksjonforsøket med Maxammon behandla bygg vart det i den eine rasjoen tilsett urea rett før fôring. Her var forskjellane mindre, men til fordel for Maxammon gruppa (Prestløyken, 2016b)

Bruk av alkalisk havre auka som ment produksjonen av EKM (Tabell 8). Havre har eit høgt innhald av fiber med lav fordøyelegheit (Prestløyken, 2011). Prosessen med å behandle havren med urea og maxammon kan ha hatt ein lutande effekt på NDF i havren. Det er ikkje gjort nokon forsøk i Norge, som eg veit om, som har sett på fordøyelegheita på havre etter at det har vert behandla med urea eller NH_3 . Dette er derimot ein kjent metode å bruke på halm (Whist og Schei, 2018). Halm har eit høgt innhald av ufordøyeleg NDF og er i sin reine form rekna for å vere eit dårleg fôr. Ved behandling av halm med NH_3 blir bindingane mellom cellulosen og lignin brutt og fordøyelegheita av halmen auka. Det kan dermed tenkast at det kan ha noko av den same effekten på havrekornet også. Denne effekten er som sagt ikkje undersøkt og derfor vanskeleg å sei noko konkret om, men om dette har skjedd kan den alkaliske behandlinga ha auka både energi- og proteinverdien av havren.

Andre alternativ kan vere at den høge pH i havren har vert med på å buffre vomma og dermed gjort til at den mikrobielle nedbrytninga av grovfôret har fungert meir effektivt. Med ein større biomasse med mikrobar blir det ein meir effektiv nedbrytninga av NDF. I det polske forsøket med havre og rugkveite vart det registrert ein auke i biomassa av mikrobar etter at det alkaliske fôret vart innført (Libera et al.

2020). Dette er ikkje testa i dette forsøket, men det kan også vere ein forklaring på den auka ytinga som vart observert i forsøket.

Ved å bruke eit alkalisk fôr kan ein få ein auke av pH i vomma betre forholda for vommikrobane. I det polske forsøket nevnt tidligare (Libera et al., 2020) auka biomassen av mikrobar i vomma. Dette indikerer ein effekt på proteinomsetninga, men også energiomsetninga. Ved eit meir stabilt vommiljø vil utnytting av fôret som blir tilført dyret kunne auke. Kombinasjonen av grovfôr med høg fordøyelighet og alkalisk korn vil dermed kunne gi grunnlag for ein høg produksjon. Energinivået i fôrrasjonen er avgjerande for ytelsesnivået og det kjemiske innhaldet i mjølka. Ein større biomasse med mikrobar har moglegheit til å kunne bryte ned ein større andel av NDF som er i grovfôret. Optimalisering av forholda i vomma vil dermed vere med på å auke fordøylegheita av den totale rasjonen, og energi- og proteinverdien av den. Vidare er stivelsen i havre er veldig lett fordøyeleg, og den vil dermed fort bli omsett i vomma. Ved høge konsentrasjonar av propionsyre vil pH gå ned, noko som gjer til at dei cellolyttiske bakteriane blir mindre effektive og fordøyelsen av NDF blir dårlegare (Sjaastad et al., 2015). Ved å bruke alkalisk havre vil pH i fôret vere høgare, og ammoniakken vil fungere som ein buffer som vil vere med på å begrense pH fallet. Bruk av alkalisk havre kan derfor redusere risiko for asidose og på denne måten indirekte bidra til høgare fôrstyrke og høgare produksjon på dyra.

Ein annan teori er at ved alkalisk behandling av havren så kan vomfordøyeligheita ac stivelsen gå ned (Libera et al. 2020). Dette kan føre til at meir av stivelsen blir brote ned i tynntarmen og tatt opp i blodet direkte som glukose og dermed betre energiutnyttinga.

Effekten av alkalisk havre var lik hos alle dyr uavhengig av om det er fyst-, andre kalvskyr eller elde kyr. Det tyder på at effekten er knytt til fôret. I tillegg til årsakane alt diskutert kan økt yting vere eit direkte resultat av ein auka kraftfôrmengde, men det er neppe heile forklaringa de kraftfôrtildeling stabilisera seg etter at forsøket er i gang mens mjølkemengda går opp nærmare 2 kg.

Ein anna grunn til auka i EKM kan som nevnt vere eit forbedra vommiljø. Alkalisk havre har ein pH på 9,1 og kan vere med på å redusere svingingane i pH i vomma etter fôring.

Med aukande kraftfôrandel vil normalt fettprosenten i mjølka gå ned. Mykje av fett i mjølka kjem frå de novo-syntesen i juret der eddiksyre er den viktigaste byggesteinen og energikjelda. Fettinnholde i mjølka var høgt og endra seg ikkje med bruk av alkalisk korn og understøtter eit godt vommiljø.

8.3 Bruk av alkalisk havre i praksis

Produsentane som var med i dette forsøket hadde alle mjølkerobot og fullfôrmikser, havren vart tildelt i fôrmiksen. Det har dermed ikkje vore testa ut om denne typen fôr kan egne seg å ha i mjølkerobot eller i kraftfôrautomatar. Det er planlagt å teste vidare om denne typen fôr eignar seg i spesielt kraftfôrautomatar. Det er ikkje gode tal på om denne typen fôr vil kunne skape vanskar med tanke på heng i silo eller problem i forhold til utdosering i kraftfôrautomatar.

Viser utprøving derimot at det ikkje er nemneverdige problem med å nytte eit slikt fôr til andre typar utforingar enn i denne oppgåva, vil det opne opp for større moglegheit, for dei som ikkje har fôrmiksar. Alternativt kan ein tildele denne typen fôr rett på fôrbrettet. Effekten som ein ser ved bruk av alkalisk havre der dette vert tildelt direkte på fôrbrettet er ikkje undersøkt. Det kan derimot tenkast at den buffrande effekten frå fôret vil vere der, men at den ikkje blir like godt fordelt utover tid når fôret berre blir tildelt 2-3 gangar per dag, kontra at det er tilstade saman med grovfôret heile tida.

Eit av problemstillingane som vart reist av produsentane i forkant av forsøket var om dyra fortsette å oppsøke roboten like hyppig når dei får ein større andel av energien i rasjonen på fôrbrettet. Dette viser seg derimot å ikkje vere eit reelt problem med dei mengdene havre som vart brukt i dette forsøket. Ein ser utifrå figur 9 at det ikkje er nokon nedgang i tal mjølkingar gjennom perioden, men at graften flatar ut etter at tilvenninga var ferdig. Forskjellen i forkant av forsøket og etter at det er ferdig har ein differanse på 0.3 gangar innom roboten. Dette er ikkje store forskjellar, men det avkreftar uansett frykta for at det skulle bli eit problem.

Kraftfôr er ofte lokkemiddelet som får dyra til å oppsøke roboten for mjølking. Her har ikkje kraftfôrtildelinga i roboten gått ned i denne perioden, og det kan nok vere ein av forklaringane på at dei oppsøke roboten like hyppig etter at havren vart introdusert.

9.0 Avslutning

9.1 Høg produksjon på norske ressursar

Det er ein utfordring å skaffe nok protein til kraftfôr frå norske kornsortar. Det er noko proteinproduksjon frå åkerbønner, raps og bønner. Denne produksjonen er ikkje stor nok til å dekke det behovet fôrprotein i Norge. Å bruke eit alkalisk behandla korn kan vere ein metode for å oppretthalde ein høg norskandel av protein. Ein har sett i dette forsøket, at med denne typen fôr gjer at dyra produserer like bra eller betre enn med tradisjonelt kraftfôr. Denne studien visar at produksjonen har auka etter at alkalisk havre vart tatt i bruk. Det er knytt litt usikkerheit til om det

skuldast berre bruken av alkalisk havre i miksen, eller om det er i ein kombinasjon med høgare kraftfôrandel. Det er ikkje noko som tyder på at det er eit dårlegare alternativ enn tradisjonelt kraftfôr.

I denne studien kan ein sjå at EKM aukar for forsøksdyra etter at den alkaliske havren vart introdusert. Fett, protein og urea er uforandra for forsøksdyra. Det er heller ingen forskjell mellom kontrollgruppa og forsøksgruppa på kjemisk innhald i mjølka. Ut frå dette ser ein ingen negative effektar av å bruke alkalisk behandla havre i fôrmiksen. For å kunne seie kva innverknad dette fôret har på fordøyinga av næringsstoffa i fôret, vil vere vanskeleg å seie ut frå berre dette forsøket. Då må ein gjer ein større studie der ein har betre kontroll på variablane som kan verke inn på resultatet. Denne typen forsøk er dyrare og stiller større krav til fasilitetar. Det er blant anna nødvendig med fistelkyr for å kunne ta ut prøver og gjere målingar på pH og ammoniakk konsentrasjon i vomma. Dette er ikkje mogeleg å gjere i eit feltforsøk ute ein besetning. Dermed blir datamaterialet i denne oppgåva noko meir begrensa.

10.0 Forsking vidare

Konklusjonen frå forsøket er at det ser ut som at bruk av alkalisk fôr kan vere med på å auke norskandelen i fôret gjennom bruk av urea som proteinkjelde. Dette studiet har litt for mange usikre variablar til å kunne fastslå årsaka til ein observert auke i EKM . Resultata tyder på at alkalisk behandla havre kan vere eit godt alternativ som kraftfôr til mjølkekyr. Dette vil auke bruk av norske fôrressursar, men meir forskning er nødvendig for å kunne fastslå det sikrare.

Litteraturliste

Lu, C. D., Kawas, J. R., & Mahgoub, O. G. (2005). Fibre digestion and utilization in goats. *Small Ruminant Research*, 60(1), 45-52 <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.06.035>

Kristensen, N. B., Hvelplund, T., Weisbjerg, M. R., & Nørgaard, P. (2003). Mikrobiel omsætning i formaverne I T. N. Hvelplund, P. (Red.), *Kvægets ernæring og fysiologi. Bind 1 - Næringsstofomsætning og fodervurdering.* . Danmark: Danmarks JordbrugsForskning. DJF rapport - Husdyrbrug 53

Mertens, D., 2003. Effect av plant maturity and concervation methods on fibre characteristics and nutritive value. I: Proceeding fra International symposium on Early harvested forage in milk and meat production, 23-24 October, Kringler, Nannestad, Norway

Presteløkken, E. (2011). Verdien av havre I fôr til drøvtyggere. Status 2011. *Instituttet for husdyr og akvavitenskap, UMB* <http://www.umb.no/statisk/husdyrforsoksmoter/2011/9.pdf>

Landbruksdirektoratet, 2020. Kraftfôrstatistikk. Råvarer brukt i norsk produksjon av kraftfôr til husdyr i 2020. <https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/statistikk-og-utviklingstrekk/utvikling-i-jordbruket/kraftforstatistikk>

Universitetet i Oslo (UiO), 2020. Lipoproteiner. <https://www.mn.uio.no/ibv/tjenester/kunnskap/plantefys/leksikon/l/lipoprotein.html>

Stern, M.D., Hoover, W.H., 1979. Methods for determening and factors affecting rumen microbial protein synthesis.: A review. *Journal of Animal Science*, 49, 1590-1599

Brodshaug, Erik (2018). *Bruk av halm når grasavlinga reduseres.* Budskap utgave 6 https://www.buskap.no/journal/2018/6/m-884/Bruk_av_halm_n%C3%A5r_grasavlinga_reduseres

Chen, X.B. og Gomes, M.J. ((1992). *Estimation of Microbial Protein Supply to Sheep and Cattle Based on Urinary Excretion of Purine Derivatives – An Overview of Technical Details.* ResarcheGate.

https://www.researchgate.net/profile/M-Gomes-2/publication/265323654_Estimation_of_Microbial_Protein_Supply_to_Sheep_and_Cattle_Based_on_Urinary_Excretion_of_Purine_Derivatives_-_An_Overview_of_Technical_Details/links/557579bc08aeb6d8c0195f72/Estimation-of-Microbial-Protein-Supply-to-Sheep-and-Cattle-Based-on-Urinary-Excretion-of-Purine-Derivatives-An-Overview-of-Technical-Details.pdf

Cox, M.M. og Nelson, D.L (2017). *Lehninger Principles of Biochemistry*. (7. utg.). W.H. Freeman and Company.

Gjerfsen, Torger (2016) *Fôringslære*. (3 utg.) Fagbokforlaget

Kristensen, Å og Fjeldberg, O.A (2018). *Bruk av alkalisk korn i kraftfôr til drøvtyggere: effekt på vommiljø og fordøyelighet*. [Norges Miljø- og biovitenskaplige universitet]. DUO Vitenarkiv.
<https://nmbu.brage.unit.no/nmbu-xmlui/handle/11250/2567660>

Landbruksdirektoratet (2021). *Bruk av norske fôrressurser. Utredning av forbedring av virkemidler med sikte på økt produksjon og bruk av norsk fôr*. (Bruk av norske fôrressurser 10/2021). URL
<https://www.landbruksdirektoratet.no/nb/nyhetsrom/aktuelle-tema/bruk-av-norske-forressurser>

Lesk, A. M. (2016) *Introduction to protein science* (3. utg.) Oxford University Press

Libera, K., Szumacher-Strabel, M., Vazirigohar, M., Wiktor Zieliński, W., Rafal Lukow, R, Wysocka, K., Kołodziejcki, P., Lechniak, D, Varadyova, Z., Patra, A.K. og Cieslak, A.(2020) Effects of feeding urea-treated triticale and oat grain mixtures on ruminal fermentation, microbial population, and milk production performance of midlactation dairy cows. *Annals of Animal Science*. 2020.
https://www.researchgate.net/publication/347445298_Effects_of_feeding_urea-treated_triticale_and_oat_grain_mixtures_on_ruminal_fermentation_microbial_population_and_milk_production_performance_of_midlactation_dairy_cows

Mc Donald, P., Edwards, R.A., Greenhalgh, J.F.D., Morgan, C.A., Sinclair, L.a. og Wilkinson, R.G. (2011). *Animal Nutrition*. (utg. 7). Pearson Education Limited

Offner, A., Bach, A. og Sauvant, D. (2003) Quantitative review of in situ starch degradation in the rumen. *Animal feed science and technology*. 106 (2003) 81-93.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0377840103000385>

Offner, A. og Sauvant, D. (2004). Prediction of in vivo digestion in cattle from in situ data. *Animal feed science and technology*. 111 (2004) 41-56.

Prestløkken, Egil (2016 a) Maxammonbehandlet korn til melkekyr. *Buskap*, 2016 (3) s. 82-83.

<https://www.buskap.no/journal/2016/3>

Prestløyken, Egil (2016 b). Små forskjeller, men litt bedre fôrutnytting. *Buskap*, 2016 (8) s.64-65.

<https://www.buskap.no/journal/2016/8>

Ringdal, Kristen (2014) *Enhet og mangfold. Samfunnsvitenskaplig forskning og kvantitativ metode*. (utg. 3). Fagbokforlaget.

Sjaastad, Ø.V, Sand, O. og Hove, K (2015). *Physiology of Domestic Animals*. (3. utg.). Scandinavian Veterinary Press.

Skaland, R.G, Colleuille, H., Andersen, A.S.H., Mamen, J., Grinde, L., Tajet, H.T.T., Lundstad, E. Sidselrud, L.F., Tunheim, K., Hanssen-Bauer, I., Benestad, R., Heiberg, H. og Hygen, H.O. / Meteorologisk institutt, 2019. *Tørkesommeren 2018*. (METinfo Rapport 14).

<https://fido.nrk.no/cccfcb66f38035154dd25ba51c2573ae231d397583bee2a4e545ae0b6e3fc2dd/T%C3%B8rkesommeren%202018.pdf>

Sundstøl, F og Arnason, J. (2009). Faktorer som påvirker effekten av kjemisk behandling på halms næringsverdi. *Acta agriculturae Scandinavica*. Bind 29 utg. 2

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00015127909435228?journalCode=saga19>

Whist, A.C og Schei, I. (2018). Fôring med alternative fôrmidler og dyrehelsen. Foring med store mengder kraftfôr og halm er en balansegang som kan gi negative effekter på dyrehelsen hvis det ikke gjøres riktig. *Budskap 2018 (8)*.

https://www.buskap.no/journal/2018/8/m-510/F%C3%B4ring_med_alternative_f%C3%B4rmidler_og_dyrehelsen

Åkerlind, M., Weisbjerg, T., Tøgersen, R., Udèn, P., Òlafsson, B.L., Harstad, O.M og Volden, H (2011). Feed analyses and digestion methods. I H. Volden (Red). *NorFor- The Nordic feed evaluation system* (41-52). Wageningen Academic Publishers.

Huntington, G. (1997). Starch Utilization by Ruminants: From Basics to the Bunk. *Journal of animal science*, 75(3), 852-867 <https://doi.org/10.2527/1997.753852x>



Norges miljø- og biovitenskapelige universitet
Noregs miljø- og biovitenskapelige universitet
Norwegian University of Life Sciences

Postboks 5003
NO-1432 Ås
Norway