

Fakultet for anvendt økologi, landbruksfag og bioteknologi

Esten Bruheim

Bacheloroppgave

Utfordringer med
melkefeber, jurehelse og redusert fruktbarhet
knyttet til mineralene Mg, Na, K, Cl og Ca
hos den norske melkekua

Challenges with milk fever, udder health and reduced fertility connected to the minerals
Mg, Na, K, Cl and Ca in the norwegian dairy cow

Bachelor i Agronomi

2019

Samtykker til tilgjengeliggjøring i digitalt arkiv Brage

JA NEI

Forord

Kan den norske melkekua bli enda friskere? Dette spørsmålet er grunnlaget for denne bacheloroppgaven, samtidig som den markerer avslutningen på mine 3 år ved Campus Blæstad, Høgskolen i Innlandet. Jeg vil benytte anledningen til å takke alle medstudenter, lærere og alle andre som har gjort disse årene på Hedemarken både minne- og lærerike.

Utgangspunktet for denne oppgaven startet på en liten gård jeg kom i kontakt med for noen år siden. Brukerne på gården her hadde utfordringer med både melkefeber, jurhelse og tidvis redusert fruktbarhet. Dette vekste min interesse og la grunnlag for mange timer med lesing, grubling og kontakt med veterinærer og andre fagfolk. Omsider kom jeg fram til en hypotese. Det måtte være mineralbalansen i fôret til sinkua. Med utgangspunkt i denne hypotesen, ble det tatt mineralprøver av grovfôret. Disse prøvene viste en feilbalanse og veldig høyt innhold av kalium, noe som stemte overens med min hypotese. Deretter utarbeidet jeg i samarbeid med gårdbrukerne en strategi om å endre fôringa av sinkua med fokus på mineralbalansen og særlig senke kaliuminnholdet i sinkufôret. Strategien innebar å gi et annet grovfôr med mer optimal mineralbalanse, gi bolus med mikromineraler ved sining og til slutt magnesiumbolus 14 dager før kalving. Resultatet lot ikke vente på seg. Allerede første kalvingssesong med ny strategi viste lavere frekvens av melkefeber, bedring i jurhelse og kyrne viste god brunst. Så kom det store spørsmålet, hvis disse sammenhengene var så klare her, kunne de også finnes hos andre gårder?

Med et stadig økende press på landbruksnæringa og økonomiske utfordringer ville det vært meget interessant å kunne undersøke mer om dette stemte. Utfordringer med melkefeber, jurhelse og redusert fruktbarhet gir økte kostnader, men disse er ofte skjulte og ses ikke i det daglige.

Gjennom disse tolv månedene med denne bacheloren har jeg stiftet nye bekjentskaper, opplevd en glødende interesse både hos bønder og fagfolk for den norske melkekua og erfart at ved knallhardt arbeid og hjelp av gode støttespillere når man målet.

Jeg ønsker å rette en meget stor takk til:

- Gårdbrukerne på de 14 besetningene for utsøkt samarbeid gjennom hele feltprosjektet.
- «Sjølin» Hans Gunnar Bruheim. Far, blodprøveuttaker, korrekturleser, økonomisk støtte til blodprøvestyr, og støttekontakt. Uten «Sjølin» hadde denne oppgaven vært umulig å gjennomføre.
- Veileder Thomas Cottis for konstruktiv og jordnær veiledning i hele prosessen.
- Dyrlege Knut Ingolf Dragset, GENO, for god støtte, faglig påfyll og uttak av blodprøver.
- Dyrlegene Tore Grøtting og Tor Inge Lien for meget velvillig uttak av blodprøver utover sitt eget virke.
- Rådgiver Ragnhild Borchsenius, NLR, for faglig påfyll og vurderinger underveis i prosessen.
- «Gammel»-norsklæreren min Kari G. Refsnes for korrekturlesning.
- OfotLab AS, ved Per Ivar Skaanevik, for godt samarbeid med hensyn til grovfôranalyser og også økonomisk støtte gjennom gratis preparering og analyse av klor til en av verdi av 302 eks.mva per analyse.
- GENO SA, ved Per Gillund, for mye nyttig informasjon, tilgang til GENO Fruktbarhetsøkonomikalkulator og også økonomisk støtte til blodprøveanalyser til en verdi av 44,- eks.mva per mineralanalyse.

Avslutningsvis ville jeg takke alle andre som på en eller annen måte har bidratt til denne bacheloren, dere er på ingen måte glemte. Det er så mange navn at jeg er nødt til å begrense meg til de som er nevnt over.

Blæstad, 26. mars 2019

Esten Bruheim

Sammendrag

Formålet med denne bacheloren var tredelt:

- Å se på mineralsamspillet av de essensielle mineralene Mg, Na, K, Cl og Ca i jord
- Å se på mineralinnhold og deres innbyrdes forhold i grovfôr opp mot effekten på mineralbalansen i kua.
- Vil en feil mineralbalanse hos sinkua gi melkefeber-, jurhelse- og fruktbarhetsutfordringer ikke bare på enkeltkyr, men også på besetningsnivå?

Om dette stemmer, bør da kunnskapen og bevisstheten rundt dette økes både hos bønder og rådgivere?

Hovedfokuset i denne oppgaven har vært på mineralbalansen hos sinkua, både med tanke på påvirkning fra jord og fôr og konsekvenser i form av melkefeber, jurhelse og fruktbarhet.

Gjennom eget forsøk og litteratur kan man si at samspillet fra jord via fôr til helse, fruktbarhet og velferd hos kua er sammensatt og komplisert. Eget forsøk baserer seg på 70 blodprøver, hvorav 68 var NRF – kyr, 20 grovfôrprøver og data fra 14 besetninger. Resultater i eget forsøk bekrefter eksisterende forskning, samt at den antyder nye funn som kan ha en betydning for å kunne se hele det sammensatte bildet på en mer konkret måte. Disse resultatene antyder at klinisk melkefeber ikke bare rammer det enkelt individ negativt, men på grunn av sin relasjon til jord og fôr også kan ses som en indikator på besetningsutfordringer.

På bakgrunn av dette ser jeg et behov for å øke forståelsen og bevisstheten på sammenhengene fra jord via fôr til helse, fruktbarhet og velferd hos den norske melkekua. Denne forståelsen og bevisstheten bør økes både bønder og rådgivere for at dette kan gi en gevinst i fremtiden.

Abstract

The purpose with this bachelor concentrated on three main parts:

- To look at the interplay of the essential minerals Mg, Na, K, Cl and Ca in soil
- To look at the content of these minerals and their mutual relationships in silage up against the balance of these minerals in the dairy cow
- Will a failed mineral balance in the dry cow lead to consequences as milk fever, udder health and fertility not even to some cows, but on the herd as well?

If this is right, should the knowledge and awareness around this be more focused upon among farmers and advisers?

In this inquiry the main focus has been on the mineral balance in the dry cow, bearing in mind both the impact from soil and silage and consequences in form of milk fever, udder health and fertility.

Through my own effort and with background from literature you can say that the interplay of minerals in soil via plants to the cow with its health challenges is composite and complicated. My trial is based on 70 blood tests, of them 68 were NRF (Norwegian Red Cow), 20 analysis of silage and data from 14 dairy cattle herds. Results from my own trial confirms present research and implies new findings which can have further importance. These results implies that clinical milk fever not only afflicts the individual cow but also can be looked upon as an indicator on herd problems.

With this background I can see a need to increase the understanding and awareness of this interplay and I hope my effort can contribute to a better health and economy in the future.

Innhold

FORORD	3
SAMMENDRAG	5
ABSTRACT	6
INNHold	7
1. INNLEDNING	10
1.1 BØNDERS OG RÅDGIVERE SIN BEVISSTHET	11
1.2 PROBLEMSTILLING	14
2. TEORI	15
2.1 MINERALER I KUA.....	15
2.1.1 <i>Kalsium</i>	15
2.1.2 <i>Metabolismen rundt kalsiumlikevekt</i>	16
2.1.3 <i>Kalium</i>	18
2.1.4 <i>Magnesium</i>	18
2.1.5 <i>Antagonisme mellom kalium og magnesium</i>	19
2.1.6 <i>Fosfor</i>	19
2.2 MELKEFEBER	20
2.2.1 <i>Forekomst av klinisk melkefeber</i>	20
2.2.2 <i>Symptomer</i>	21
2.2.3 <i>Prognose</i>	23
2.2.4 <i>Årsaker til melkefeber</i>	24
2.3 MINERALER I PLANTEN	28
2.3.1 <i>Kalium</i>	28
2.3.2 <i>Magnesium</i>	29
2.3.3 <i>Natrium</i>	29

2.3.4	<i>Klor</i>	29
2.4	HVORDAN PÅVIRKE GROVFÔRETS INNHOLD AV MINERALER?	30
2.4.1	<i>Påvirke KAB</i>	32
2.4.2	<i>Påvirke kaliuminnholdet</i>	33
2.4.3	<i>Påvirke magnesiuminnholdet</i>	36
2.5	KONSEKVENSER AV MELKEFEBER	37
2.5.1	<i>Jurhelse</i>	37
2.5.2	<i>Fruktbarhet</i>	37
2.5.3	<i>Økonomi</i>	38
3.	EGET FORSØK	41
3.1	MATERIELL OG METODE	41
3.2	RESULTATER	45
3.2.1	<i>Grovfôrets betydning for mineralbalansen hos kua</i>	46
3.2.2	<i>Plantens mineralinnhold og samspill</i>	50
3.2.3	<i>Konsekvenser av feil mineralbalanse i sinperioden</i>	54
3.2.4	<i>Konsekvenser på besetningsnivå av melkefeberfrekvens</i>	55
4.	DISKUSJON	58
4.1	GROVFÔRETS BETYDNING FOR MINERALBALANSEN HOS KUA	59
4.2	PLANTENES MINERALINNHOLD OG SAMSPILLET	60
4.3	KONSEKVENSER AV FEIL MINERALBALANSE OG KLINISK MELKEFEBER	65
4.4	OPPSUMMERING	68
5.	KONKLUSJON	69
6.	FORSLAG TIL VIDERE ARBEID	70
7.	LITTERATURLISTE	72

8.	VEDLEGG	76
8.1	VEDLEGG 1	76
8.2	VEDLEGG 2	77
8.3	VEDLEGG 3	79
8.4	VEDLEGG 4	80

1. Innledning

Den norske melkekua er i all hovedsak NRF – kyr. Øvrige kyr er Holstein, Jersey, Brown Swiss, Fleckvieh, gamle norske kuraser eller krysninger (TINE, 2019). Helt siden 1970-tallet har GENO & NRF (Norsk Rødt Fe) hatt fokus på helse- og fruktbarhetegenskaper, og i dag ser vi frukter av dette med ei bærekraftig og sunn melkeku (GENO, 2017). Likevel blir dyrene påvirket utenfra, spesielt av hva de spiser. Kua skal ha passe med energi, mineraler, fiber og andre næringsmidler i sin rasjon for å yte optimalt og for å ha en god velferd. Ut i fra dette skal fôring tilpasses om den melker 45 kg eller om den er tørr (Esten Bruheim). I de senere år har forskning og forsøk vist at det er et dynamisk samspill mellom næringsmidlene i fôrrasjonen til kua enn det tidligere lærdom sa (Volden, 2009).

Utviklingen og forskningen innen genetik og fôring har gitt den norske melkebonden nye muligheter og et grunnlag for riktig fôring av melkekua året rundt. Dette har resultert i ei friskere ku. Likevel ser vi at enkelte utfordringer ikke er så enkle å løse, og en av disse er melkefeber. Melkefeber er utfordrende å forebygge, og av og til også å helbrede. Mye relevant forskning har funnet ut at dette har sammenheng med fôrrasjonen før kalving og gjennom dette har man kunnet lagt opp til en tilpasset fôring for å forebygge melkefeber. Likevel henger det igjen at sinkua ikke prioriteres, og at den får skrapfôret.

At klinisk melkefeber har gitt konsekvenser i form av svakere jurhelse og utsatt kalvingsintervall er allment kjent. Å videre se sammenhengen mellom mineraler i jord og fôr opp mot dette er mer komplisert, men samtidig minst like viktig (Esten Bruheim). Sammenhengen mellom mineralbalansen hos kua i sinperioden og fruktbarheten etter kalving må også tillegges større betydning (Wilde, 2006).

Formålet med denne bacheloren er tredelt:

- Å se på mineralsamspillet av de essensielle mineralene Mg, Na, K, Cl og Ca i jord
- Å se på mineralinnhold og deres innbyrdes forhold i grovfôr opp mot effekten på mineralbalansen i kua.
- Vil en feil mineralbalanse hos sinkua gi melkefeber-, jurhelse- og fruktbarhetsutfordringer ikke bare på enkeltkyr, men også på besetningsnivå?

Om dette stemmer, bør da kunnskapen og bevisstheten rundt dette økes både hos bønder og rådgivere?

1.1 Bønders og rådgivere sin bevissthet

Historisk sett har analyser av grovfôret til kyr vært sparsomt. I samtale med dyrlege Carl O. Halvas Svendsen sa han at i starten av sin karriere på 70 – tallet var antall tatte analyser av fôr svært liten (28. januar 2019). I 2006 ble NorFôr Plan Mjølkeku opprettet som et nordisk fôrmiddelvurderingssystem som i dag blant annet brukes av TINE for oppsett av fôrplaner for storfe. Dette var et stort sprang fra de tradisjonelle fôrplansystemene, hvor de enkelte næringsmidlene ble vurdert statisk med tanke på næringsverdi i forhold til beregning av fôrplaner. I NorFôr blir fôrverdien dynamisk regnet ut i fra fôrrasjonens sammensetning og størrelse (Volden, 2009). Dette vitner om at den statiske og «sånn er det bare»-tankegangen vedvarte lenge.

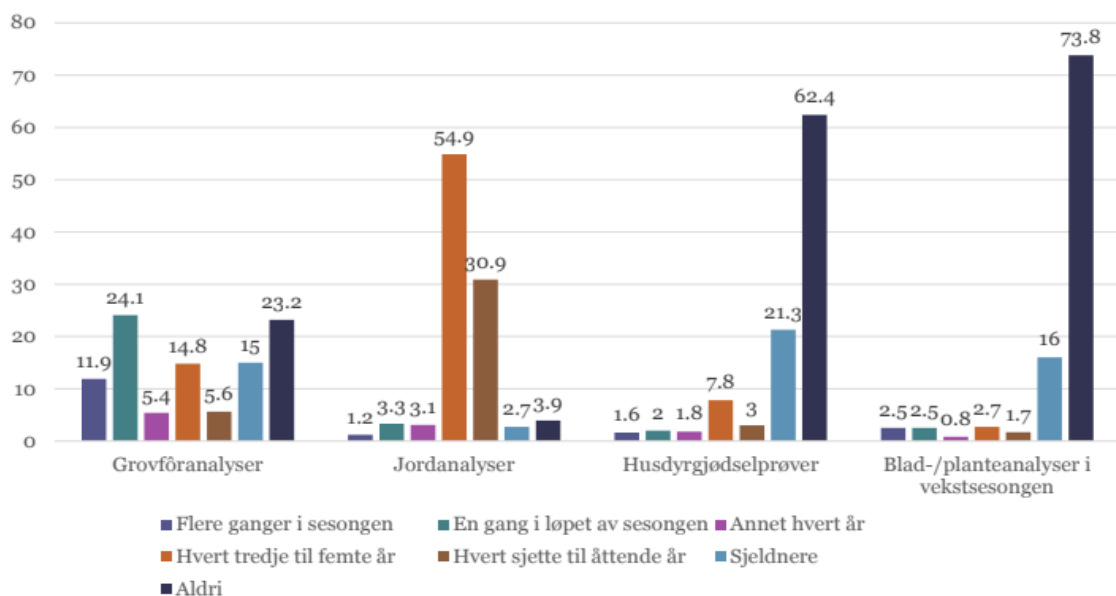
Det tas for få prøver av både grovfôr, særlig utvidet med mineralanalyse, og husdyrgjødsel. Ikke bare bønder er for lite bevisst om denne sammenhengen fra jord via fôr til helse, fruktbarhet og velferd hos kua, et fåtall av dagens rådgivere ser heller ikke denne sammenhengen og dermed ikke behovet av utvidete analyser på jord, fôr og dyr (T. Cottis, personlig kommunikasjon, 4.mars 2019).

Bønder har stort sett en oppfatning av hva som er utfordringer på fjøset, men ser dette sjelden i sammenheng med grovfôr og jord. I tillegg brukes rådgivere og dyrleger veldig statisk av bønder ved å hente ut enkeltelement som dyrlegehjelp, sykdomsutredning, fôrplan, gjødselplan med mer uten å se sammenhengen og påvirkningskraften mellom de enkelte leddene (R. Borchsenius, personlig kommunikasjon, 4.mars 2019).

Ett eksempel på manglende bevissthet var at på 70-tallet ble det gjødslet kraftig med nitrogen på beitene, og dette fikk dramatiske konsekvenser da kyrne stupte om i graskrampe. Dyrlege Siri Skagestad opplevde sammen med kollegaer å få innmeldt fire krampekyr på en halvtime (Bondevennen, 2019).

I 2018 ble det gjennomført en spørreundersøkelse av Agri Analyse på vegne av Yara Norge. Resultater fra denne undersøkelsen er gjengitt med tillatelse fra Yara Norge i figur 1 og 2 (J.-E. Kvam-Andersen, personlig kommunikasjon, 6. februar 2019). Denne befester et inntrykk av at det tas for få prøver, og at bønder ser liten verdi i andre analyser.

Hvor ofte tar du følgende analyser?

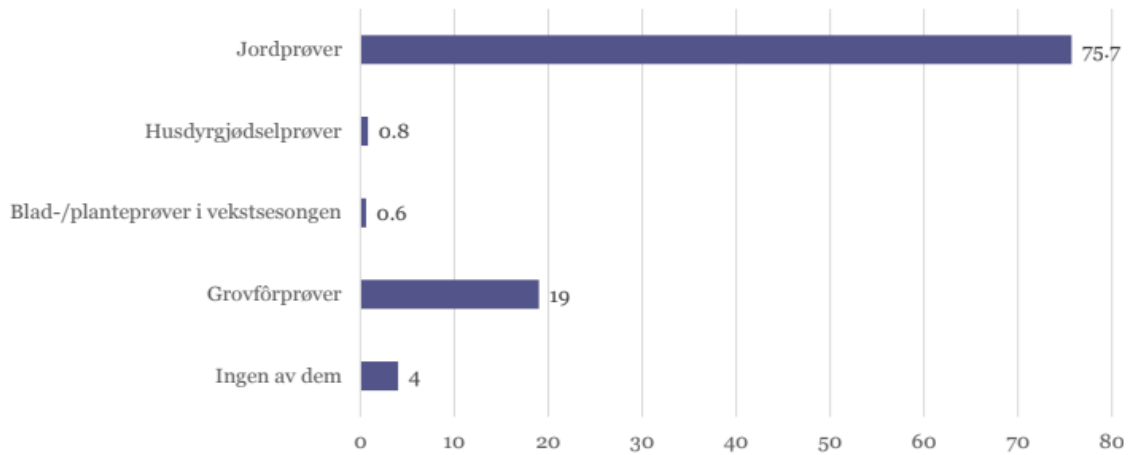


N = 480-539



Figur 1: Gjengitt med tillatelse fra Yara Norge

Hvilken av de nevnte prøver vurderer du som viktigst for å optimalisere dyrkingen?



N=522



Figur 2: Det ble ikke spesifisert type grovfôranalyse. Gjengitt med tillatelse fra Yara Norge

Det bør være et mål å øke dialogen mellom rådgiverne for å kunne bidra til et økt tverrfaglig tilbud til melkebonden angående denne sammenhengen fra jord via fôr til kua. Dette vil gagne melkekua og gi økt lønnsomhet og forståelse hos melkebonden (R. Borchsenius, personlig kommunikasjon, 4. mars 2019).

1.2 Problemstilling

På bakgrunn av innledende tekst skal jeg fokusere på disse problemstillingene:

- Hvordan påvirkes plantene og mineralbalansen i kua av mengde og forhold mellom Mg, Na, K, Cl og Na?
- Har innhold og forhold mellom Mg og K i blodet i sinperioden en direkte påvirkning på melkefeber, jurhelse og fruktbarhet?
- Kan et høyt antall kyr med klinisk melkefeber også forklare utfordringer med jurhelse og fruktbarhet på besetningsnivå?



Figur 3: Hvor sammensatt er sammenhengene mellom de ulike faktorene som påvirker helsa, fruktbarheten og velferden til Nellik og de andre norske melkekyrner? Og må bevisstheten rundt dette i så fall økes hos både bønder og rådgivere? Foto: Hilde M. Paulsen

2. Teori

Vanskelige ord, begrep og forkortelser er forklart fortløpende i teksten, og det kan være lurt å markere disse da de kommer igjen i resultatdelen og diskusjonen.

2.1 Mineraler i kua

Mineraler er essensielle for livsfunksjoner i kua. Et bevisst fokus på mineralbalansen er meget viktig med tanke på dyrets funksjon og helse. I denne delen av oppgaven skal vi gå nærmere inn på mineralene som er viktig i forbindelse med melkefeber, kalsium, kalium, magnesium og fosfor sin funksjon i kroppen.

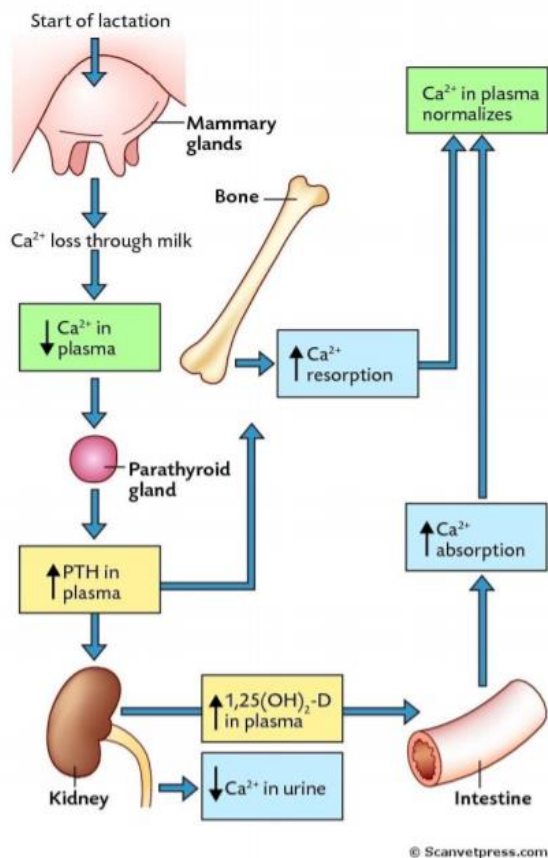
2.1.1 Kalsium

Kalsium (Ca) er det mineralet som det finnes mest av i dyrekroppen. Kalsium utgjør en viktig bestanddel av skjelettet og tenner og totalt 99 % av kalsiumet i kroppen finnes her. Kalsium er en viktig del av flere enzymprosesser, deriblant i overføring av nerveimpulser og styring av muskelspenning (McDonald et al., 2011, s. 112). Opptaket av kalsium skjer gjennom aktiv transport og litt passiv diffusjon i øvre del av tynntarmen, mens i formagene er opptaket ubetydelig (Nordbø & Brauti, 2018). Kalsiumnivået i kroppen reguleres gjennom en streng metabolsk (stoffsifte) prosess. Opptaket stimuleres positivt av laktose og protein, mens fosfat og oxalat påvirker det negativt på grunn av sin evne til å lage uløselige anionsalter med Ca^{2+} (Ganong, 1981, s. 378).

Et normalt innhold i dyret ligger på 15 g/kg kroppsvekt, og blodverdier ligger omkring 2,6 mmol/L (McDonald et al., 2011, s. 104/112) (Krogh, 1985). Normalt sett faller blodverdien litt ved kalving, men hos enkelte blir fallet så dramatisk at det blir snakk om mangel, -melkefeber (Krogh, 1985).

2.1.2 Metabolismen rundt kalsiumlikevekt

Kroppen vil hele tiden strebe etter en kalsiumlikevekt. Ved for høye eller lave verdier settes det i gang prosesser i kroppen for å komme tilbake til likevekt. Dette skjer i hovedsak ved hjelp av hormoner. Prosessen styres i hovedsak av 3 hormoner. PTH og kalcitriol øker mobiliseringen, mens calcitonin reduserer mobiliseringen. I tillegg blir prosessen stimulert av veksthormoner, glukokortikoider og magnesium med mer.



Figur 4: Opprettholdelse av kalsiumlikevekt ved begynnende laktasjon (Nordbø & Brauti, 2018).

I forbindelse med kalving vil kua få en underdekning av kalsium. Dette vil kompenseres ved hjelp av kalsiumlikevekten. Se figur 4 for hvordan dette fungerer.

Mobilisering av kalsium skjer ved å øke opptak fra tarm, og ved stor mangel også frigjøring fra skjelettet. PTH stimulerer frigjøringen fra bein og opptak fra nyrer, mens kalcitriol stimulerer opptaket fra tarm og frigjøringen fra skjelettet (Ganong, 1981, s. 308).

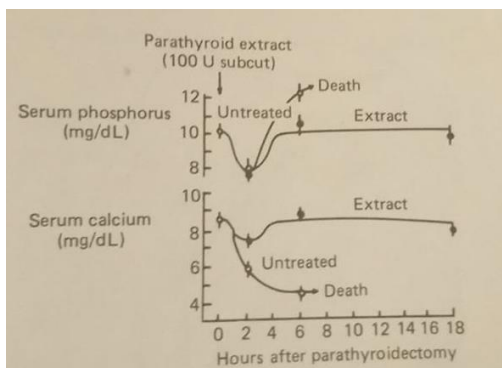
Kalcitriol

Kalcitriol ($1,25(\text{OH})_2\text{-D}$), er et kompleks av vitamin D. Vitamin D er nødvendig for normalt opptak og omsetning av kalsium. Det er vitamin D i grovfôr, men ikke alltid nok. Vitamin D lages også i huden ved sollys, så mangel er vanligst i inneføringstida (K.I. Dragset, personlig kommunikasjon, 18. mars 2019).

PTH

I denne oppgaven skal vi gå nærmere innpå PTH da det er det som aller mest påvirkes av mineralene i grovfôret. Navnet **PTH** kommer av **ParaThyreoidea**, som betyr biskjoldbruskkjertlene på engelsk, og **Hormon**. Ved lav kalsiumverdi i blodet blir PTH skilt ut, og når kalsiumverdien i blodet normaliseres avtar nivået av PTH i blodet. PTH blir produsert i biskjoldbruskkjertlene. og nivået av sirkulerende Ca^{2+} -ioner blir regulert av en «feedback» (tilbakemeldende, her, - tilbakemelding fra nivået av sirkulerende Ca^{2+} til biskjoldbruskkjertlene) mekanisme her.

PTH påvirker mange av prosessene i forbindelse med kroppens mobilisering av kalsium, både direkte og indirekte. PTH påvirker skjelettet direkte til å frigjøre kalsium. I tillegg øker PTH reopptak av kalsium i nyrene, øker utskillingen av fosfat gjennom urin og stimulerer til økt produksjon av kalcitriol (Ganong, 1981, s. 315).



Figur 5: Effekten av PTH på kalsiumlikevekten i blodet. Her ved forsøk på rotter (Ganong, 1985, s. 313)

2.1.3 Kalium

Kalium (K) spiller i samarbeid med natrium (Na), klor (Cl) og bikarbonationer en meget viktig rolle i den osmotiske reguleringen av kroppsvæsker. I tillegg er kalium med på å regulere syre-base balansen i kroppen og å bidra i muskel- og nerveimpulser (McDonald et al., 2011, s.115/116). Absorpsjonen av kalium er høy, over 90 %, og utskilles i urin og til dels svetting (Nordbø & Brauti, 2018).

Normalt innhold i kroppen er to gram/kg kroppsvekt (McDonald et al.,2011, s. 104). 10 % av kalium er bundet til blodceller og skjelett, mens hele 90 % er fritt. 90 % finnes i cellene, mens kun 0,4 % finnes i blodet. Normal blodverdi er på fra 3,5 til 5 mmol/L. For å få et korrekt overblikk over den totale kaliumtilstanden på dyret, er blod en dårlig indikator da kalium finnes mest intracellulært (Ganong, 1981, s. 23).

2.1.4 Magnesium

Magnesium (Mg) er et viktig mineral i kroppen da det blant annet virker som enzymaktivator i flere viktige biologiske stoffskifteprosesser. Magnesium virker i nær sammenheng med kalsium og fosfor i sin funksjon.

Dyr inneholder omtrent 0,4 g magnesium/kg og omtrent 70 % befinner seg i skjelettet. (McDonald et al., 2011, s. 104/118). Magnesium tas opp aktivt i formagene til kua, opptaket i resten av fordøyelsessystemet er ubetydelig (Nordbø & Brauti, 2018). Normale blodverdier for magnesium ligger på 0,7 til 0,95 mmol/l, men kua utvikler ikke kliniske symptom på mangel (hypomagnesemi/graskrampe) før verdien faller under 0,4 mmol/l (Krogh, 1985). Blodverdien faller først ved alvorlig mangel, og er dermed ikke en god indikator for magnesiumsituasjonen i kroppen. Urinverdien er en bedre indikator. Over 10 mg/liter er tilfredsstillende, 2-10 mg/liter er knepent og under 2 mg/liter tilsier en alvorlig mangel (McDonald et al., 2011, s. 120).

2.1.5 Antagonisme mellom kalium og magnesium

Magnesium er et viktig mineral i forbindelse med mobilisering av kalsium. Ved opptak av magnesium oppstår det en antagonisme med kalium. Antagonisme kan forklares som et motsetningsforhold. Dette skjer ved at kalium hindrer to aktive transportsystem i vomveggen til å ta opp magnesium (McDonald et al., 2011, s. 119). Graden av antagonisme påvirkes av kaliuminnholdet i grovfôret (Eriksen, 2010).

Det er viktig å vite at opptaket av kalium er effektivt og skjer både i vom og i tynntarm. Likevel er det kun i vomma antagonismen oppstår, da kalium ikke hindrer opptak av kationer i tynntarm (McDonald et al., 2011, s. 119)

2.1.6 Fosfor

Fosfor er det mineralet som bidrar i flest funksjoner i kroppen. En av disse er i energiomsetningen i kroppen gjennom ATP (Kroppens energi). Rundt 80 til 85 prosent av fosforet i kroppen finnes i skjelettet og tenner (McDonald, 2011, s. 114).

Opptak av fosfor og kalsium henger sterkt sammen. Hvis forholdet mellom Ca og P i grovfôr er unormalt vil det påvirke opptak av kalsium negativt. Dette skjer fordi både fosfor og kalsium stimuleres av kalcitriol til opptak. For høgt innhold av fosfor vil senke kalcitriol i blod (Hove & Moe, 1993). Det er også påvist at fosformangel gir manglende respons på behandling av melkefeber og dette ses ofte som langligger-kyr, dermed er det viktig å ha et optimalt Ca/P – forhold. Forsøk viste at det var lavest forekomst av melkefeber når forholdet Ca/P var mellom 2 til 2,5 (Rasbech, 1983) (Waage, 1993).

Normalt inneholder kroppen 10 g per kg (McDonald, 2011, s. 104). Blodverdien ligger normalt på 2,0 mmol/L og synker normalt litt ved kalving (Krogh, 1985).

2.2 Melkefeber

Melkefeber er en vanlig forekommende og tapsbringende sykdom og har i lang tid har vært gjenstand for forskning. Det har i senere tid kommet flere nye teorier om årsakene til melkefeber. Vi skal først gå inn på hva melkefeber er.

Melkefeber er en sykdom hos kua som inntreffer rundt kalving. Den norske betegnelsen er egentlig misvisende da temperaturen som regel vil være subnormal.. Sykdommen inntreer når kuas evne til å frigjøre kalsium fra skjelettet og ta opp kalsium fra tarmen blir utilstrekkelig i forhold til kalsiumbehovet. Grunnlaget for det store kalsiumbehovet rundt kalving er produksjon av melk og især råmelk. Gjennomsnittlig inneholder to liter råmelk den samme mengden kalsium som totalt er i blodet på et gitt tidspunkt (Krogh, 1985). Annen forskning viser et enda større kalsiumtap ved kalving, - at 2 kg råmelk inneholder 1,8 ganger mengden kalsium som totalt er i blodet (Eriksen, 2010).

2.2.1 Forekomst av klinisk melkefeber

Forekomst av melkefeber påvirkes av mange faktorer. I Danmark ligger forekomsten på 2 til 6 %. Ca. 3 % oppstår før kalving, 6 % på kalvingstidspunktet, 75 % første døgn etter kalving og 12 % andre døgn etter kalving. (Krogh, 1985). I 2009 ble 4,5 % av kyrne i Norge behandlet for melkefeber (Eriksen, 2010). Ser vi på årsrapportene i TINE Kukontrollen er behandlingshyppigheten de siste årene vært stabil (TINE, 2019)

Kyr som har blitt rammet en gang, får ofte en ny melkefeber ved neste kalving. Den opptrer hyppigst hos kyr som har hatt en lengre sinperiode med kraftig fôring (Rasbech, 1983). Det er også en svak arvelighet for melkefeber og enkelte raser er mer disponert, spesielt Jersey (Champness, 2007) (Krogh, 1985).

Klinisk melkefeber rammer kyr fra laktasjon to og utover, med stigende hyppighet frem til laktasjon sju (Rasbech, 1983). Dette forklares ved stigende melkeytelse og dermed større utskillelse av kalsium i melk og ikke minst en redusert evne til å frigjøre kalsium fra skjelett og opptak via tarm (Champness, 2007) (Neves, Leno, Stokol, Overton & McArt, 2017). Et norsk forsøk viste at alder på kua var årsaken som ga størst sammenheng med forekomst av melkefeber (Skjeggstad, Stevnebø, Sæther & Hove, 2002)

2.2.2 Symptomer

Symptomer på melkefeber utvikles gjennom ulike stadier i takt med synkende kalsiuminnhold i blodet (Krogh, 1985). Symptomene ses i sammenheng med svekket impulsstyring av muskler. Kalsium fungerer som en transmittor(signaloverfører) av impulser fra nerver til muskler, og mangel vil føre til økende grad av lammelse (H. G. Bruheim, personlig kommunikasjon, 7.mars 2019).

Subklinisk stadium

Dette er det første stadium av melkefeber og opptrer uten tydelige kliniske symptomer. Symptomene ses best i sammenheng med fødsel, hvor kua kan oppleves som litt nedstemt, med nedsatt appetitt og tegn på buksmerter. Fødselen kan hale ut i tid med en fullstendig åpen livmorhals fire til fem timer etter fødselstart, men fosteret ligger ennå ikke oppe i bekkenet (Rasbech, 1983). Disse symptomene kan være vanskelig å registrere da de vurderes som normal adferd rundt kalving og dermed alarmeres ikke bonden (Hans Gunnar Bruheim, personlig kommunikasjon, 11. mars 2019). Kua viser ingen tegn til lammelser og har normale bevegelser.

Etter forløsning, uavhengig av behandling, ses ofte rask bedring med normal appetitt. (Rasbech, 1983). Tilbakeholdt etterbyrd kan ses i sammenheng med subklinisk melkefeber (Krogh, 1985). En subklinisk melkefeber kan både selvhelbredes eller videreutvikles til klinisk melkefeber (Rasbech, 1983).

De senere årene er det forsket mye på forekomst av subklinisk melkefeber på grunn av diffuse symptomer og særlig sammenhengen med sekundære utfordringer i kommende laktasjon. Forsøk fra Amerika viser at 50 % av eldre dyr blir rammet av denne varianten. I 2018 ble det ved NMBU gjennomført et forsøk på 80 melkekyr (Nordbø & Brauti, 2018). Resultat vises i figur 6.

	1. laktasjon	2. laktasjon	3. laktasjon	4. laktasjon	5. laktasjon	6. laktasjon
Data fra SHF	4%	10%	10%	44%	38%	17%

Figur 6: Forekomst av subklinisk melkefeber på NRF (Nordbø & Brauti, 2018)

Prodromal stadium

I dette stadium er ikke kua paretisk enda og regnes som et forstadium til klinisk melkefeber, derav navnet prodromal som betyr forstadium til sykdom. Temperaturen er enten normal, eller lett forhøyet. Kua unngår å bevege seg, og vil om nødvendig bevege seg stivt. Andre symptomer er redusert matlyst, muskelskjelvinger/-kramper, skjæring av tenner, tungerulling og noen er urolig og redd for å legge seg (Krogh, 1985). Nedsatt motorikk i fordøyelsessystemet og tonus i livmor og melkeproduksjon, samt oppfattelse av omgivelsene, er også relatert til dette stadiet (Rasbech, 1983).

Dette stadiet kan ses av og til i kombinasjon med magnesiummangel og dette ses i 3 til 15 % av melkefebertilfellene. Etterhvert utarter symptomene seg til å bli mer alvorlig som uro, sikling og muskelsitringer (Krogh, 1985).

Paretisk stadium

Hvor fort dette stadiet kommer varierer, noen ganger skjer det fort. I starten inntreffer de klassiske symptomene med sjanglende bevegelser, først svakhet i bakparten før resten av kroppen lammes slik at dyret ikke klarer å reise seg. Noen av disse dyrene viser en redsel i denne perioden (Rasbech, 1983). Overflaten på kua blir kald, især rygg, horn og ører. Temperaturen faller til under 38 (Krogh, 1985).

I dette stadiet har kalsiumverdiene i blodet falt så lavt at kua oppfatter omgivelsene dårligere (Rasbech, 1983) (Krogh, 1985). Den ligger nå i en typisk stilling i brystleie med hodet bøyd langs siden. Lengre ut i fasen klarer ikke kua å holde hodet lenger. I denne fasen øker pulsen til omtrent 80 og er svak. Ved kombinasjon med magnesiummangel vil kua få en hurtigere hjertefrekvens (Krogh, 1985).

Komatøst stadium

I dette stadiet er kua liggende flatsides. Den oppfatter ikke omgivelsene lenger, og det er fare for utvikling av sjokk. Hjerteraktivitet tiltar, pulsen er svak på omtrent 120 med innslag av arytmi. Temperaturen faller til under 36 (Krogh, 1985) (Rasbech, 1983).

Sammenheng mellom blodverdier og stadier

I de ulike stadiene av melkefeber har man ulike blodverdier. Dette ser vi i figur 7.

Tilstand	Serum Ca	Serum Ca ⁺⁺	Serum P	Serum Mg	Ca/Mg
Normal ikke kælvet	2.6	1.1	2.0	1.0	2.6
Normal lige kælvet	2.3	1.0	1.6	1.1	2.1
Prodromalstadie	1.6	0.7	0.8	1.3	1.2
Moderat parese	1.4	0.6	0.5	1.2	1.2
Svær parese og coma	1.0	0.3	0.4	1.4	0.7

Figur 7: Blodverdier for storfe, oppgitt i mmol/l (Krogh, 1985, s. 346)

Både symptomer og blodverdier relatert til stadiene beskrives litt forskjellig i ulik litteratur. I det subkliniske forsøket på NMBU ble grensen mellom subklinisk og klinisk melkefeber satt til 1,38 mmol/l (Nordbø & Brauti, 2018). I boken til Krogh tolkes grenseverdien til 1,6 mmol/l.

Avvikende pH i blod kan påvirke måleresultatet av kalsium (Krogh, 1985). I tillegg spiller tidspunkt for uttak av blodprøve inn da blodverdiene varierer litt rundt kalving (Nordbø & Brauti, 2018).

2.2.3 Prognose

Uten behandling har melkefeber en høy dødelighet, helt opp mot 95 %. Meget sjeldent kan spontan helbredelse inntreffe ved klinisk melkefeber. Døden kan inntreffe allerede etter noen timer etter første kliniske symptomer, men forløpet kan dryge til tre døgn. Hurtig behandling er essensielt og bør skje, da helbredelsesgrad økes betraktelig og kun noen få prosent vil dø/nødslaktes (Rasbech, 1983).

Ved melkefeber i forbindelse med fødsel, bør det vurderes å forløse kalven såfremt kua er blokket med tanke på kalvens overlevelse og helbredelse av kua (Rasbech, 1983).

2.2.4 Årsaker til melkefeber

I denne delen går vi nærmere inn på årsaker til melkefeber knyttet til mineralene kalium, magnesium, kalsium og natrium. Selv om det er flere forskjellige årsaker til melkefeber, kan de fleste relateres til disse mineralene.

Magnesiummangel

Magnesium er en av flere katalysatorer som bidrar til å øke PTH-utskillelsen til blodet. Ved lave verdier av magnesium i blod vil produksjon av PTH minskes, og ved stor magnesiummangel vil produksjonen av PTH hemmes fullstendig (Vetter & Lohse, 2002). Annen forskning viser at innvirkningen av magnesiumverdien på produksjon av PTH skjer kun ved større kalsiummangel (Rodríguez-Ortiz et al., 2014). Forsøk viser at kronisk magnesiummangel i enkelte besetninger kan gi opptil 90 % melkefeber ved kalving (Thisling-Hansen, Jørgensen & Østergaard, 2002). Innhold av magnesium i blodet stiger normalt sett rundt kalving (Figur 7), men ved mangel vil innholdet forbli lavt (Blood & Radostits, 1989, s. 1106).

Forskning viser at et kaliuminnhold i grovfôr på mellom 25 og 45 g/kg TS reduserer opptaket av magnesium med 25 % til 75 % (Eriksen, 2010). I figur 7 ser vi at et gjennomsnitt innhold av kalium i grovfôr i Norge er 23 g/kg TS. I tillegg vil innholdet av natrium i grovfôret spille inn, da et lavt innhold av natrium i forhold til kalium i grovfôr hindrer opptak av magnesium i kua (Havrevoll & Garmo, 2015) (NLR Trøndelag, s.a)

Å se på forholdet mellom kalium, kalsium og magnesium vil gi oss et bilde på hvordan magnesiumforsyningen til dyra er. Et forholdstall på over 2,2 vil gi økt sjanse for magnesiummangel, men dette må ikke ses på som et absolutt tall (Synnes & Øpstad, 1995).

K/Ca + Mg regnes ut på følgende måte:

$$\frac{\frac{K \left(\frac{g}{KG \text{ ts}} \right)}{39}}{\frac{Ca \left(\frac{g}{KG \text{ ts}} \right)}{40} + \frac{Mg \left(\frac{g}{KG \text{ ts}} \right)}{24}}$$

Et anbefalt innhold av magnesium i grovfôr med tanke på forebygging av melkefeber er 3,5 g/kg TS til fire g/kg TS, avhengig av kaliuminnholdet i rasjonen (McDonald et al., 2011, s. 111). I et forsøk med henholdsvis ca. 71 gram Mg eller ca. 17 gram Mg per dag per ku viste sistnevnte klart lavere magnesium i blod, tendens til lavere kalsium i blod rundt kalving, større fare for kalsiummangel og dårligere evne til selvhelbredelse (Waage, 1993)

pH

Kroppen tilstreber hele tiden en nøytral pH. Regulering skjer ved at det hele tiden må være en balanse mellom kationer (+) og anioner (-). Ved inntak av et normalt norsk grovfôr vil dette være vanskelig på grunn av overvekt av kationer. Kroppen kompenserer dette ved å bryte ned kationer for å holde pH nøytral. Overskuddet skilles ut gjennom urin og dette gir en basisk urin (Volden, 2010). Basisk urin øker opptaket av kalsium i nyrene. Dette skjer ved at det i nyrene finnes pH – følsomme kanaler som regulerer kalsiumnivået. Ved basisk urin vil kanalene blir flere og større og opptaket økes. En basisk urin før kalving er ikke å foretrekke, da det vil være ugunstig med overskudd av kalsium (Steen, Synnes & Nesheim, 2015).

Forskning viser at de sentrale hormonene rundt mobilisering av kalsium (Volden, 2010), særlig PTH sin evne til å øke frigjøringen fra skjelettet også påvirkes negativt av en basisk pH i kroppen (Thisling-Hansen et al., 2002).

Optimal pH i urin rundt kalving er fra 6,2 til 6,8. På samme måte som med basisk pH, vil en for sur pH påvirke prosesser i kroppen negativt. Etter kalving bør kyrne umiddelbart gå over på diett som stimulerer til basisk pH (McDonald et al., 2011, s. 111).

KAB står for **K**ation **A**nion **B**alanse og er et sentralt begrep i grovfôrproduksjon. Det beskriver forholdet mellom de største kationene og anionene i grovfôret. KAB regnes ut som milliekvivalenter per kg tørrstoff. Formelen for KAB er:

$$KAB = ((K/39,1) + Na/23,9)) - ((Cl/35,5) + (S/16))$$

Det finnes flere måter å regne ut KAB på (Thisling-Hansen et al., 2002), men formelen ovenfor er den som er brukt i NorFôr og TINE Optifôr (Volden, 2010).

KAB i grovfôret sier oss noe om pH i kroppen. Vanlig norsk grovfôr ligger på rundt + 250. Hvis en før kalving senker KAB til - 250 viser forsøk at dette gir 110 % mindre risiko for melkefeber sammenlignet med + 250 (Eriksen, 2010). En fôrrasjon med lav KAB bør gis i minst 14 dager for å oppnå god effekt, men ikke lengere enn 28 dager før kalving for å ikke få uheldige virkninger. Kviger bør ikke gå på en fôrrasjon med lav KAB før kalving, på grunn av nedsatt matlyst og redusert melkeytelse (McDonald et al., 2011, s. 111). Kviger får heller ikke klinisk melkefeber, da førstekalverens evne til mobiliseringen av kalsium er tilstrekkelig (Rasbech, 1983).

Men det finnes også eldre forskning som viser at KAB ikke har innvirkning på forekomst av melkefeber. Her ble det brukt en litt annen formel på KAB, og et av resultatene viste tendens til innvirkning (Skjeggstad et al., 2002).

Kalsium før kalving

I kua tilstrebes kalsiumlikevekt hele tiden. Ved likevekt er det ingen frigjøring fra skjelettet og absorpsjon fra tarm er lav (Eriksen, 2010). Ved kalving tapes store mengder kalsium gjennom råmelk, og utsatte kyr klarer ikke å omstille seg dette raskt nok. Prosessen opp mot maks mobilisering oppnås først etter ett til to døgn selv om den startes allerede minutter etter signal om underdekning av kalsium (Steen et al., 2015).

Ved å redusere kalsiumtilførselen i siste del av sinperioden klarer vi å sette kua i alarmberedskap og mobiliseringen av kalsium vil pågå for fullt ved kalving (Steen et al., 2015). Forsøk viser at denne underdekninga bør foregå i minimum 14 dager før kalving, en start kun sju dager før kalving viste liten effekt. For å oppnå effekt og sette kua i alarmberedskap måtte maksimum inntak av kalsium være på 20 gram per ku per dag (Thisling-Hansen et al., 2002).

Siden det er utfordrende å få til et gunstig grovfôr med tanke på lavt kalsiuminnhold er det enklere å få kua i alarmberedskap ved å senke KAB i fôrrasjonen (Eriksen, 2010) (Thisling-Hansen et al., 2002).

Det finnes eldre forskning som påstår at en høy kalsiumtilførsel før kalving er forebyggende for melkefeber, men da fantes det ikke dokumentasjon på dette (Thisling-Hansen et al, 2002). I den senere tid er det funnet ut at ved bruk av en fôrrasjon med lav KAB så kan det være gunstig med moderat til høy kalsiumtilførsel (McDonald et al., 2011, s. 111). For å kunne godta en moderat til høy kalsiumtilførsel må KAB være lavere enn -100 (Wilde, 2006), som er vanskelig å oppnå under norske forhold (Eriksen, 2010). Hvor mye kalsiumtilførselen kan ligge på diskuteres, men det totale daglige inntaket av kalsium bør ikke overskride 120 gram (Wilde, 2006). Forskning viste at kombinasjonen lav KAB og lavt kalsium i fôrrasjonen økte melkefeberfrekvensen (Skjægstad et al., 2002).

Fedme

Forskning viser at feite kyr har høyere forekomst av melkefeber, og at kyr med holdpoeng over 3,75 har 3,3 ganger større sannsynlighet for å få melkefeber.

Dette forklares i all litteratur ved at rundt kalving har feite kyr en lavere appetitt enn kyr i normalt hold og ikke vil oppta like mye kalsium gjennom grovfôret i denne kritiske perioden (Thisling-Hansen et al., 2002). En feit ku har også hatt et større opptak av kalsium før kalving gjennom en høyere appetitt og/eller fått muligheten til et større opptak. I tillegg vil en feit ku ha en høyere melkeproduksjon ved kalvingstidspunktet som gir økt kalsiumtap (Champness, 2007).

Riktig tidspunkt for å regulere hold er siste 1/3 del av laktasjonen. Kua bør ha rett hold for kalving allerede når hun sines opp og at holdet skal være uforandret gjennom sinperioden (K.I. Dragset, personlig kommunikasjon, 18. mars 2019).

2.3 Mineraler i planten

I denne delen går vi nærmere innpå mineralene, som er viktige i melkefebersammenheng, med hensyn på deres funksjon i planten. Sammenheng mellom mineralbalansen i kua og melkefeber er beskrevet tidligere og det gjør det viktig å vite om hvordan de opptrer i jord og planter. Ut i fra dette kan optimalisere både innbyrdes forhold og mengde av mineralene i jorda og planter med hensyn på forebygging av melkefeber. Mineralene vi snakker om er kalium, magnesium, natrium og klor.

2.3.1 Kalium

Kalium er et av de viktigste mineralene for plantene. Kalium påvirker fotosyntesens totale O₂ produksjonen og transport av produktene til og fra (Krogstad, s.a, lysark 4-8). Kalium øker saftspenningen (trykk mellom intracellulær og ekstracellulær væske i plantene) og dette er viktig for alle luke- og åpningsmekanismer i plantene (Aasen, 1997, s. 27). God saftspenning i plantene gjør at de kan lagre mer vann, og dermed trenger mindre vann (Sundet, 2012).

Kalium finnes i jorda både som lettløselige og tungtløselige ressurser. Disse ressursene benevnes som K – Al, den lettløselige, og KHNO₃, den tungtløselige. Det er meget viktig å vite at KHNO₃-analysen også inneholder K - Al, og en må dermed trekke fra K – Al for å få den riktige KHNO₃-statusen i jorda (Sundet, 2012). Kalium tas opp i plantene i form av K⁺, altså som et kation (Krogstad, s.a, lysark 4).

Årsaken til et stort fokus på kalium i jord og planter, er på grunn av sin evne til å ta opp mer kalium enn det planten har behov for. Dette kalles for et luksusopptak. På grunn av plantens luksusopptak vil det lett oppstå antagonisme mellom kalium og andre kationer. Dette kan gå utover innholdet av andre kationer, som også er viktig. Både magnesium, natrium og kalsium tas opp som kationer(+ -ioner) (Sundet, 2012) (Aasen, 1997, s. 27).

Kalium spiller også en viktig rolle på opptak av natrium i plantene, og dette må nevnes på grunn natrium sin viktighet for dyra. Store KHNO₃ ressurser i jorda påvirker natriumopptaket negativt, og det er en negativ sammenheng mellom innhold av kalium og natrium i grovfôret (Synnes & Øpstad, 1995).

2.3.2 Magnesium

Magnesium er viktig for plantens klorofyll og fotosyntesen, selv om bare 15 til 20 % av plantens magnesium finnes her. I plantens energiomsetning er magnesium med på fosforomsetning. Magnesium er også essensiell med tanke på flere viktige prosesser i planten.

Magnesium finnes i mange mineraler. Mineralene biotitt, hornblende, olivin, serpentin og dolomitt er rike på magnesium og dermed vil innhold av disse i jord påvirke jordas innhold av magnesium. Det er viktig å vite at magnesium ikke finnes i store mengder i jord, og uten tilførsel av magnesium vil det oppstå mangel på sikt (Aasen, 1997, s. 31).

2.3.3 Natrium

Natrium anses ikke for å være et nødvendig plantenæringsstoff i kulturplanter som brukes til grovfôrproduksjon. Ved mangel på kalium kan natrium erstatte noen av funksjonen til kalium, men kan ikke erstatte alle de livsnødvendige funksjonene kalium har i plantene.

En bøl likevel ha et fokus på natrium på grunn av sin viktighet for dyra. Det er lite natrium i jorda og jorda binder natrium dårlig. Det meste kommer med nedbør og jo lenger man kommer inn i landet, jo mer natriumfattig blir nedbøren. Husdyrgjødsel inneholder en del natrium, i motsetning til handelsgjødsel (Aasen, 1997, s. 84).

2.3.4 Klor

Klor er viktig å nevne på grunn av sin innvirkning på KAB i grovfôr. For planten sin del er ikke klor så viktig. Det spiller inn i spalting av vann og saftspenninga i planten. Opptak skjer både gjennom røtter og blad.

Klor finnes i liten grad i jorda, og binder seg veldig dårlig. Likevel får plantene nok gjennom nedbør og gjødsel. Som med natrium er det lavere klorverdier i innlandet enn ved kysten (Aasen, 1997, s. 80-81).

	Kalsium (Ca)	Fosfor (P)	Magnesium (Mg)	Natrium (Na)	Kalium (K)	Klor (Cl)	Svovel (S)
g/dag	36	22	13	12	55	16	21
g/kg TS	3,4	2,1	1,2 (3,5-4,0)	1,1	5,3	1,5	2,0

Figur 8: Anbefalt tilførsel av mineraler til ei sinku på 600 kg på dag 250 i drektigheten (TINE, 2014)

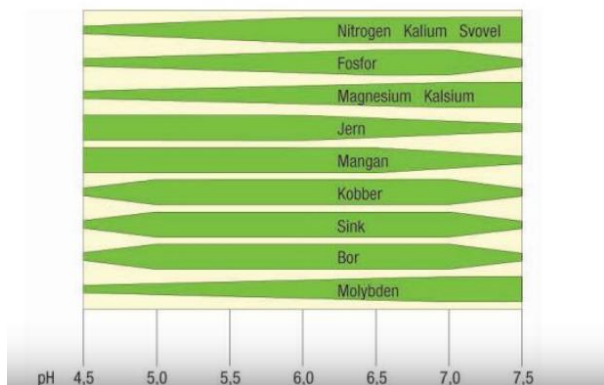
2.4 Hvordan påvirke grovfôrets innhold av mineraler?

Gjennom å ha lest de foregående delene, får en et inntrykket av at det er sammenhenger helt fra jord via fôr til kua. Det er dermed viktig å ikke kun tenke på å oppnå mest mulig grovfôravling på jorda si, men også tenke på å oppnå et optimalt grovfôr med hensyn til dyrehelsa. Å ha kunnskap om innhold av mineralene gjennom en mineralanalyse og hvordan en kan påvirke innholdet i grovfôret er alfa omega for å kunne sikre dyra våre en optimal mineraltilgang. Det er viktig å påpeke at dette avsnittet omhandler å oppnå et optimalt sinkufôr.

Mineral	Gjennomsnitt	Minimum - maksimum
Nitrogen g/100g	2,4	1,0 - 4,4
Fosfor «	0,29	0,14 - 0,42
Kalium «	2,3	0,5 - 3,8
Kalsium «	0,38	0,17 - 0,75
Magnesium «	0,13	0,05 - 0,31
Svovel «	0,17	0,03 - 0,40
Natrium «	0,06	0,01 - 0,84

Figur 9: Innhold av ulike mineraler i 125 grasprøver. Fra førsteslåt, omlag en uke begynnende skyting (Synnes & Harbro, 2000)

Jordas innhold av mineraler påvirker innholdet av plantenes innhold av mineraler. Her spiller faktorer som hvilke former mineralet er lagret i og bundet til, organisk innhold og pH i jorda, antagonisme, og jordart. Se figur 10 om hvilken pH de ulike mineralene er mest tilgjengelig for opptak, og dette kan påvirkes av kalk. Kalk vil også øke kalsiuminnholdet i jorda (Ødegaard, 2000).



Figur 10: Sammenheng mellom pH i mineraljord og næringsstofftilgjengelighet. Jo bredere felt, jo mer tilgjengelig (Yara, 2018)

Mineralene kalium, magnesium, kalsium, natrium og klor med flere tas opp ved røttene og dermed må de fraktes hit. Dermed spiller jordstruktur og vanninnhold inn på jordas bidrag av mineraler til plantene. Vannet frakter mineralene til røttene. Ved dårlig jordstruktur vil det bli en dårlig rotetablering med lite dypde og utvikling, og dårlig vasstransport i jorda. Denne kombinasjonen reduserer mineralopptaket. Dette er en faktor som det kanskje ikke er snakket så mye om, og i takt med økende jordpakking også en økende feilkilde med tanke på sammenhengen mellom jordprøvesvar og det reelle mineralbidraget fra jord til planter.

Under gode vekstforhold med god tilgang på vekstfaktorer som lys, varme, vann og luft i jorda vil man få det største mineralopptaket fra jorda (Ødegaard, 2000) (Synnes & Harbro, 2000).

Antagonisme kan oppstå på grunn av mineralopptaket skjer konsentrert i røttene. I sær ved opptak av kationer. Ved undergjødning av kalium oppleves det at tilgangen på kalium ved røttene blir for liten og de andre kationene hemmer opptak av kalium. Ved overgjødning/feilgjødning av kalium på grunn av at det ikke er tatt hensyn til jordas bidrag, vil kalium hemme opptak av andre kationer. Kombinasjonen gode vekstforhold og vegetative vekstfasen hvor opptak av kalium er størst vil det kunne oppstå antagonisme selv ved korrekt gjødning (Aasen, 1997, s. 27).

Høg biologisk aktivitet i plantene stimulerer til høgt opptak av mineraler. En må likevel ta hensyn til at ved gode avlinger vil man oppleve en %-vis lavt mineralinnhold på grunn av uttynning i alt plantematerialet (Synnes & Harbro, 2000). Dette kalles fortynningseffekten (R. Borchsenius, personlig kommunikasjon, 15. november 2018). Blad inneholder mer mineraler enn stengel og dette forklarer at eldre planter inneholder mindre mineraler. Kombinasjonen mindre blad og kald jord gjør at førsteslåtten som oftest inneholder mindre mineraler enn senere slåtter (Synnes & Harbro, 2000).

Generelt kan man si at kulturplanter har ulikt mineralinnhold. Tofrøbladet planter har som regel et høyere innhold enn enfrøbladet planter. Eksempelvis har kløver fra to til tre ganger mer magnesium og kalsium enn timotei (Synnes & Harbro, 2000)

2.4.1 Påvirke KAB

KAB i grovfôr kan påvirkes fra flere hold. Ved tiltak må man finne ut hva som kan påvirkes enklest og mest effektivt i et økonomisk perspektiv.

Litteratur sier at kalium påvirker KAB i stor grad (Eriksen, 2010). Forsøk viser at KAB kan reduseres både gjennom rett valg av planter og ved hjelp av kloridgjødsling.

I et forsøk ble det gjødslet med kloridgjødsel på ei ordinær timotei-/engsvingeleng. Forsøket viste at ved å gjødsel med 14 kg klorid per dekar og normal kaliumgjødsling, fikk man senket KAB med 53, fra 134 til 81, og ved 2/3 kaliumgjødsling med 99, fra 151 til 52. Utover dette ble det gjødslet med 21 kg kloridgjødsel, men dette ga ikke signifikant økt senkning i forhold til 14 kg kloridgjødsling.

Et delforsøk viste at det ikke var noen forskjell mellom å bruke magnesiumklorid eller kalsiumklorid ved normal kaliumgjødsling, men ved 2/3 kaliumgjødsel får vi utslag i KAB, da MgCl ga høyere KAB (Synnes, 2016/2018) (O. M. Synnes, personlig kommunikasjon, 12. februar 2019). Type kloridgjødsel, kloridmengde eller kaliummengde påvirket ikke avlingsmengde signifikant (Synnes, 2016/2018).

Kalium-gjødsling,	Klor-gjødsling	TS-avling kg/daa	DCAD mEq/kg TS	K g/kg TS	Cl g/kg TS
Låg	0	730	151	17	7,5
	7 kg/daa	730	83	18	11,6
	14 kg/daa	710	52	19	13,4
	21 kg/daa	720	43	18	13,3
Normal	0	720	134	19	10,5
	7 kg/daa	710	110	22	13,5
	14 kg/daa	730	81	21	14,1
	21 kg/daa	690	64	22	15,0

Figur 11: Resultatet fra forsøket med kloridgjødsling, med tanke på KAB (Synnes, 2016/2018)

I det samme forsøket ble det også sett på forskjeller mellom sju arter. Resultatet viste store forskjeller i KAB, men var ikke signifikant på grunn av stor variasjon (Synnes, 2016/2018).

Klor-gjødsling		TS-avling kg/daa	DCAD mEq/kg TS	K g/kg TS	Cl g/kg TS
14kg klor per daa	Timotei	701	110	21	12,4
	Engsvingel	648	133	24	14,4
	Hundegras	643	138	25	16,7
	Bladfaks	756	136	20	10,9
	Strandrøyr	690	42	20	13,5
	Raigras	574	76	24	19,4
	Raisvingel	694	97	25	17,0

Figur 12: Resultater fra forsøk med kloridgjødning, med tanke på KAB i ulike vekster (Synnes, 2016/2018)

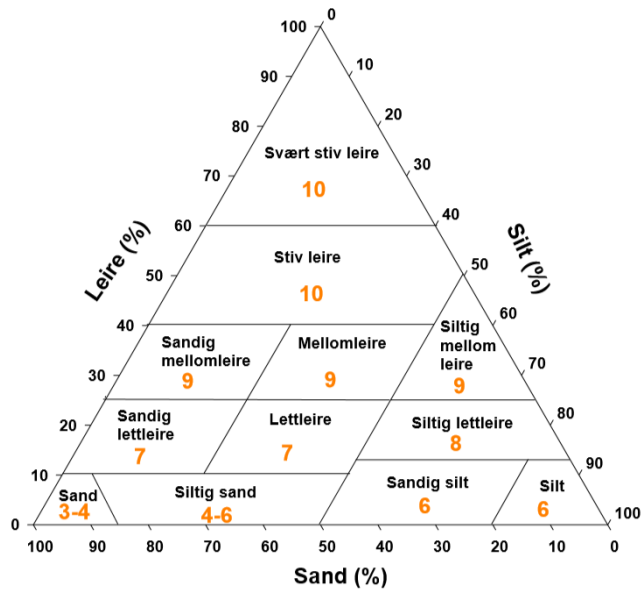
Hvis det ikke lykkes med å senke KAB i grovfôret eller at det oppdages høy KAB i grovfôret, kan det gis anionsalter i rasjonen for å senke KAB. Dette vil være et tiltak for at fôrrasjonen skal få en total lav KAB. Anionsalter har som regel en dårlig smakelighet og opptaket vil deretter bli så lavt at det ikke vil gi ønsket effekt (Volden, 2010).

2.4.2 Påvirke kaliuminnholdet

Jord

Mesteparten av kalium i jord er tilknyttet mineralpartikler. I glimmer og kaliumfeltspat finner vi mye kalium, og disse er ofte opphav til leire på grunn av sin forvitringsevne. Derfor vil økende leirinnhold både øke KHNO_3 og øke lagringsevnen for K – Al. Forklaring på økt lagringsevne er at leire har evne til å binde kalium og andre mineraler til seg gjennom en elektrisk ladning i kolloidene. Denne bindinga er ikke sterk, og blir lett brutt av nedbør.

Ved forsøk har man funnet ut at jorda vil ut i fra lagringsevnen sin på lettløslig kalium, gå tilbake til et likestadium på lettløslig kalium etter en stund med vekst og/eller utvasking, uavhengig av gjødsling (Ødegaard, 2000).



Figur 13: Likevektsnivå for K-AL i ulike jordarter (Krogstad, s.a)

Gjødsling

Kaliumgjødning må skje på grunnlag av jordas bidrag og dette beregnes både ut i fra lettløslig og tungtløslig bidrag. På ei ung eng kan man oppleve høye verdier av K – Al, og dette vil plantene ta opp. Hvis man ikke velger å ta hensyn til dette, vil man oppleve både luksusopptak av kalium og unødvendig gjødning. Etter ett til tre år, avhenge av jord og utvasking kan man regne gjødning ut i fra det tungtløslig bidraget, da K – Al i jorda har sunket til et likevektsnivå (NIBIO, s.a). Ved over- eller undergjødning av kalium vil man oppleve økt antagonisme med andre kationer (Aasen, 1997, s. 27).

Gjødsling med kalium må derfor skje med tanke på jordas bidrag og forventet avling (NIBIO, s.a). Det er viktig å vite at man ikke skal undergjødning med kalium, da vil man kunne oppleve mangel og avlingssvikt (Aasen, 1997, s. 28). Under et forsøk på 90 – tallet med 135 grassurfôrprøver var det bare noen få prøver som viste tydelig tegn på kaliummangel, og noen prøver som var i grenseland (Synnes & Øpstad, 1995). Med tanke på innhold i grovfôr må man nok gå langt under 20 g/kg TS før man opplever mangel i plantene, og dermed er det ingenting å strebe etter å ligge opp mot 30 g/kg TS eller mer med tanke på dyrehelsa (Eriksen, 2010).

Ved bruk av husdyrgjødsling på enga brukes det i all hovedsak normverdier for innhold av næringsstoffer. Prøvene som er grunnlaget for disse normverdiene viser at det er et stort sprik i innhold av næringsstoffer. For eksempel hadde kaliumverdiene bak normen for bløt storfegjødsling en variasjon fra to kg/tonn til 4,8 kg/tonn (S. Jørgensen, personlig kommunikasjon, 5. februar). Det gjør at man kan havne inn i en spiral som enten gir økende grad av overgjødsling eller undergjødsling av kalium, avhengig av utgangspunktet. Dette forklares ved at økende innhold i plantene gir økende innhold i gjødning, og motsatt. Det er derfor lønnsomt å ta ei prøve av husdyrgjødsling sin for bruk i gjødslingplanlegging, både med tanke på gjødslingkostnader og dyrehelse (T. Lunnan, personlig kommunikasjon, 8. september 2017).

Vekst

Plantart påvirker også kaliuminnholdet. Under et forsøk med kloridgjødsling fant de ikke sikkerhet på dette, men variasjon. Verdiene på kalium varierte fra 16,8 g/kg i strandrør ts til 25,2 g/kg ts i raisvingel (Nesheim, Synnes, Steen & Langerud, 2016).

Cl fert.		DM yield t ha ⁻¹	DCAD mEq kg ⁻¹ DM	K g kg ⁻¹ DM	Na g kg ⁻¹ DM	Cl g kg ⁻¹ DM	S g kg ⁻¹ DM
No	Timothy	7.2	235	19.3	0.15	6.8	1.2
Cl	Mead. fescue	6.5	229	23.1	0.27	9.9	1.6
fert.	Cocksfoot	5.9	347	23.9	0.88	7.8	1.5
	S. bromegrass	7.4	213	16.8	0.27	5.8	1.1
	Reed c. grass	6.4	180	19.4	0.20	8.1	1.4
	P. ryegrass	6.2	268	21.1	1.58	8.9	1.6
	Festulolium	6.4	312	25.2	1.10	9.1	1.7

Figur 14: Resultater fra forsøket med kloridgjødsling, med tanke på kaliuminnhold i ulike vekster (Nesheim et al., 2016)

2.4.3 Påvirke magnesiuminnholdet

Den enkleste måten å påvirke magnesiuminnholdet i planten er å regelmessig bruke magnesiumrik kalk, for eksempel dolomittkalk. Ved Mg-Al i jord under åtte anbefales det å bruke magnesiumrik kalk, for eksempel dolomittkalk (R. Borchsenius, personlig kommunikasjon, 15. november 2018). Ved høge verdier av KHNO_3 vil det å bruke dolomittkalk ha liten effekt og i slike tilfeller må en tilføre magnesium i form av for eksempel magnesiumsulfat eller kiseritt (Synnes & Øpstad, 1995)

En annen måte å tilføre magnesium på er å bruke magnesiumklorid. I forsøket med kloridgjødsling ble det vist at å kombinere 14 kg MgCl /daa og redusere kaliumgjødslingen til 2/3, økte magnesiuminnholdet fra 1,2 g/kg TS til 1,8 g/kg TS. Ved normal kaliumgjødning økte det ikke mer enn fra 1,1 g/kg TS til 1,3 g/kg TS. Det ble ikke gjort forsøk på innhold i ulike arter av magnesium i dette forsøket. 14 kg kloridgjødning gir en kostnad på 70,-/dekar.

Bruk av MgCl hadde også en positiv innvirkning på Na i kombinasjon med redusert kaliumgjødning, dette ga en økning fra 4,4 g/kg TS til 5,1 g/kg TS. Bruk av CaCl ga uønsket effekt og senket verdien til 4,1 g/kg TS. Denne effekten hadde man ikke ved normal kaliumgjødning (O. M. Synnes, personlig kommunikasjon, 12. februar 2019)

2.5 Konsekvenser av melkefeber

Melkefeber gir en stressituasjon hos kua. Sykdommen påvirker kropp og metabolisme negativt, deriblant funksjonen til immunsystemet. Når kalsiumnivået i blodet blir tilstrekkelig lavt, vil kalsium trekkes ut fra immuncellene og dette vil kunne redusere deres funksjon. Dette vil kunne gi flere utfordringer i tiden etter kalving (Goff, 2011). Vi skal nå gå inn på sammenhengen melkefeber har med jurhelse og fruktbarhet.

2.5.1 Jurhelse

Forskning viser at kalsiummangel påvirker jurhelse i stor grad på to måter, gjennom påvirkning av immuncellene og på lukkemuskelen i spenen. Forskning viser at subklinisk melkefeber ikke gir tilstrekkelig senkning av kalsiumverdiene til at jurhelsen påvirkes (Rodríguez, Arís & Bach, 2017)

Forskning bekrefter at kalsiummangel øker mastittforekomst og celletall, men her nevnes det ikke hva de har definert som kalsiummangel (Goff, 2011) (CDCB, 2018). På annen siden viser annen artikkel at kalsiummangel ikke påvirker mastittfrekvens eller celletall, og her er forsøksdyrene inndelt i henholdsvis normal eller lav kalsiumverdi ved kalving (Chamberlin, et al., 2013).

Forsøk gjort i Norge viser at økt forekomst av melkefeber gir en signifikant økning både på individ- og besetningsnivå av mastittfrekvens (Skjegstad et al., 2002)

2.5.2 Fruktbarhet

Årsakene til redusert fruktbarhet på kyr er mange og sammensatte og hvor årsaker ofte ikke kan ses på isolert. Redusert fruktbarhet forårsaket av melkefeber ses ofte i sammenheng med tilbakeholdt etterbyrd og forsinket involusjon (sammentrekking) av livmoren etter fødsel (Wilde, 2006). Kyr med melkefeber har 3,2 ganger større sannsynlighet for tilbakeholdt etterbyrd (Goff, 2011). I Norge blir ca. 1 % av kyrne behandlet for tilbakeholdt etterbyrd (TINE, 2019), men i senere tid har det blitt vanligere å ikke behandle tilbakeholdt etterbyrd såfremt kua er allment frisk. Kombinasjonen av tilbakeholdt etterbyrd og forandret bakterieflora i livmora kan gi endometritt. Kua er frisk, men livmorslimhinnen er forandret (H. G. Bruheim, personlig kommunikasjon, 17. februar 2019). Kyr med melkefeber har en større fare for å få endometritt (Goff, 2011)

Forskning viser at kyr med subklinisk melkefeber viser mindre synlig brunst innen 60 dager etter kalving, noe som kan forsinke KFI (Kalving til første inseminasjon). Kyr med subkliniske melkefeber har i tillegg 32 dager forhøyet KSI (Kalving til siste inseminasjon) (Rodríguez et al., 2017). (Umana Sedo, Rosa, Mattioli, Luzbel de la Sota & Giuliadori, 2018). Eldre forskning viser at kyr med klinisk melkefeber har en forlenget tomperiode på 15 dager. Også her ses at tilbakeholdt etterbyrd ga forlenget tomperiode på 9 dager, og som nevnt kan tilbakeholdt etterbyrd ses i sammenheng med melkefeber (Gillund, 2015)

Forebygging av melkefeber med anionsalter, magnesium eller kalsium vil virke positivt på tørrstoffopptaket rundt kalving og kan hindre en større negativ energibalanse ved oppstart av laktasjon. Forskning viser en negativ effekt på fruktbarhet ved en negativ energibalanse ved oppstart av laktasjon.

Forebygging med lav KAB virker positivt inn på forløsningen av etterbyrden, og forsøk med lav KAB viste økt tilslag på første inseminering fra 16 % til 36 % (Wilde,2006).

Det nedsatte immunforsvaret hos ei ku med melkefeber gjør det meget viktig å opprettholde en god hygiene ved oppstalling og håndtering rundt kalving for å gjøre at kua ikke blir utsatt for et høyt smittepress med tanke på jurhelse og fruktbarhet (Goff, 2011)

2.5.3 Økonomi

Melkefeber, svakere jurhelse og redusert fruktbarhet kan gi store kostnader og særlig skjulte kostnader. Det er viktig å påpeke at de økonomiske eksemplene i dette kapitlet må betraktes som sådan og at det må til en helhetlig vurdering for å beregne det totale tapet i en besetning.

All uheldig utrangering av dyr fører til en må kjøpe inn ekstra dyr, en ekstrakostnad i seg selv eller at en må beholde dårligere produksjonsdyr (Østerås, 2013). Innkjøp av ei drektig kvige vil koste om lag 25 000,- (Nortura, 2019). Disse kostnadene kommer i tillegg til de som eksempelvis er regnet ut i de neste avsnittene. Dette vil medføre at en må utrangere høytlakterende kyr, dette påvirker kvotefyllingen negativt (Østerås, 2013).

Melkefeber, isolert sett, påvirker ikke økonomien i stor grad i en besetning med ingen til normal forekomst av melkefeber. Samtidig er melkefeber er en av de største utrangeringsårsaker i norsk melkeproduksjon og dette gir uforutsigbarhet i driftsplanleggingen. Disse faktorene gjør at melkefeber står for 1 til 3 % av manglende kvotefylling (Østerås, 2013).

Jurhelse

Forhøyet celletall vil påvirke økonomien i form av økt forekomst av mastitt, høyere spill av melk, lavere melkeproduksjon og utrangering av dyr (Østerås, 2013).

Ved et tankcelletall på 200` er tapet beregnet til å være 170 liter per årsku, og tapet starter allerede ved 50`. Ved 100`er tapet allerede betydelig. Produksjonstapet skyldes at høyt celletall gjør at kua ikke får utnyttet jurets kapasitet (Whist, 2015/2019). En årsku defineres til å melke 365 dager i året, så normalt er det 1.2 kyr per årsku. *Eksempel på 20 kyr (16,7 årsku):* Tankcelletall på 200` gir redusert melkemengde på 2839 liter. Med en melkepris på 5,35,- gir dette et tap 15 188,-.

Mastitt kan forklare rundt 6 % av manglende kvotefylling, og dette skyldtes økt spill av melk og utrangering av dyr på et ugunstig tidspunkt (Østerås, 2013). I tillegg vil en mastittbehandling i laktasjon koste omtrent 5000,- per ku, tall fra 2015. Da kommer tapt melkeytelse på grunn av sykdom i tillegg (K. I. Dragset, personlig kommunikasjon, 2. mars 2019). *Eksempel på 20 kyr (16,7 årsku):* Økt mastittbehandlingsfrekvens med 0,1 vil dette gi et tap på 8350,-.

Fruktbarhet

Redusert fruktbarhet gir store kostnader i form av melketap, økte dyrlegekostnader og inseminasjonskostnader.

En tomdag (en dag kua ikke går drektig) ekstra utover dag 84 etter kalving, som tilsier et kalvingsintervall på 365, medfører grovt sett en kostnad på 35,- per dag. *Eksempel på 20 kyr:* KSI 104 gir et tap på 700 per ku og 14 000 totalt.

Økt KSI vil gi et melketap med tanke på at kua ville produsert mer melk totalt sett om den hadde melket i en ny laktasjon enn å forlenge foregående laktasjonen. Hvor dette skille går avhenger av rase og avdrått. Hvis kua i tillegg sines opp tidligere vil dette melketapet bli enda større. (P. Gillund, personlig kommunikasjon, 4. september 2019) *Eksempel på 20 kyr:* KSI på 104 dager. Kua melker da i 325 dager. Ved en melkemengde dag 305 til 325 på 200 liter mot en melkemengde dag 0 til 20 på 400 liter, gir dette et netto tap på 200 liter. Med en melkepris på 5,35,- kroner gir det et tap på 1070 per ku og 21 400,- totalt.

Mer omløp gir økte insemineringskostnader. Ei gjennomsnittlig inseminering i Norge koster i dag 590,- (K. I. Dragset, personlig kommunikasjon, 15. februar 2019). I Norge i dag ligger snittet på 1,7 ins per drektighet. *Eksempel på 20 kyr:* Økes denne til 2,0 gir det 6 ekstra insemineringer og en ekstra kostnad på 3540,-.

Det vil også ved økt forekomst av melkefeber påløpe økte kostnader til dyrlege for behandling av tilbakeholdt etterbyrd, endometritt og stille brunst utover det som er normalt.

Redusert fruktbarhet kan forklare opptil 8 % av manglende kvotefylling, og dette skyldes utrangering på grunn av de nevnte årsakene og økt KSI (Østerås, 2013).

3. Eget forsøk

I denne bacheloren er det gjennomført et forsøk i løpet av høsten 2018 ute hos 14 melkeprodusenter. Hos disse ble det tatt ut blodprøver av sinkyr og kliniske melkefeberkyr, tatt ut grovfôrprøver og innhentet data.

3.1 Materiell og metode

Forprosjektering av bacheloren skjedde våren 2018 med stor hjelp av Thomas Cottis, Knut Ingolf Dragset og Hans Gunnar Bruheim. Her ble et nøye oppsett for eget forsøk og teoridel utarbeidet, med bakgrunn i teori fra arbeidet med gården med utfordringer som ble nevnt i forordet.

Angående eget forsøk ble det planlagt detaljer om hvor mange produsenter som var ønsket, hvilke prøver som skulle tas ut med fokus på hvilke dyr og når, og hvilke analyser som skulle foretas av prøvene. Ønsket var minimum 10 besetninger, uttak av blodprøver av helst fem sinkyr, derav 2 2. kalvskyre og 3 eldre og i fra tidsrommet en måned før kalving og samtidig ta ut grovfôrprøve. I tillegg skulle det tas ut blodprøve av alle kliniske melkefeberkyr. Det ble lagt vekt på at besetningene skulle være spredt geografisk for å unngå at lokale forhold som jord, nedbør, dyrleger, spesielle driftsmåter og folkeslag spilte inn.

Resultatet av forprosjekteringen ble til en ramme for oppgaven, og dette arbeidet ble avsluttet i juni 2018. Rammen er fulgt siden og har vært til stor nytte for å kunne svare på spørsmål og for å kunne gi konkret informasjon til bønder og andre som har vært involvert.

I august startet feltprosjektet. Første del var å kontakte aktuelle besetningene, der eneste premiss var at de lå over landsmiddel for melkefeber. Jobben med å få kontakt med disse skjedde via dyrleger i aktuelle områder som også tok kontakt første gang for å ivare taushetsplikten. Medio september var det inngått avtale med 14 besetninger, av disse lå tre på Hedemarken, to i Åfjord, en i Skaun, en i Malvik og sju spredt i Gauldalen med omegn.

Etter at avtalen var i orden reiste jeg ut til alle besetninger i løpet av september og oktober for å kartlegge hvilke dyr som var aktuelle og når prøveuttak skulle skje, hvilket fôrregime det var på gården og å skaffe tilgang til data som skulle brukes til oppgaven. Allerede her følte det ut som et interessant forsøk. Flere av bøndene virket litt skeptisk til prosjektet, men etter besetningsbesøket og mer informasjon kom interessen. Under besetningsbesøkene ble det også kartlagt om det var mulig å innhente Mg-Al-verdiene i jorda der grovfôret var produsert på. Dette viste å ikke være mulig å gjennomføre på grunn av manglende merking eller bruk av silo hos de aller fleste besetningene.

Underveis i besetningsbesøkene ble alle dyrleger i de ulike besetningene kontaktet for å inngå avtale om uttak av blodprøve på kliniske melkefeberkyr. Totalt ble over 20 dyrleger kontakt av enten meg eller Hans Gunnar Bruheim. Prøvepakker for uttak av blodprøve av disse kyrene ble nøye sammensatt i samarbeid med Hans Gunnar Bruheim, og dette ble delt ut av undertegnede ved besetningsbesøk. Pakken inneholdt et kit for to melkefeberkyr med instruksjon, blodprøveglass, nål, rekvisisjonsskjema, konvolutt, adresselapp og frimerke.

Før prøvetaking av sinkyr ble alt nødvendig utstyr ordnet klart med tanke på prøvetaking og forsendelse til analyse. Dette innebar blodprøveglass, nåler, grovfôrposer, ferdig skrevne rekvisisjonsskjema, bobleplastkonvolutter for blodprøver, esker for grovfôrprøver, adresselapper på klistreark og frimerker.

Første besetning ble allerede prøvetatt i august på grunn av konsentrert høstkalving. Resten av prøvene ble tatt ut i oktober og frem til januar. Blodprøver av sinkyr ble tatt ut av Knut Ingolf Dragset (11), Tore Grøtting (11), Tor Inge Lien (7) og Hans Gunnar Bruheim (41). Uttak av blodprøver rett før kalving er ikke ideelt, men kyndige dyrleger har sine triks for å få til dette uten for mye håndtering. Det har heller ikke kommet frem uheldige ettervirkninger av prøvetakningen. Grovfôrprøvene ble enten ble tatt ut av undertegnede eller bøndene selv. Jeg klarte ikke å stille på alle prøvebesøk selv og setter meget stor pris på samarbeidet med dyrleger og bønder som gjorde dette mulig å gjennomføre. Totalt ble tatt ut 70 blodprøver av sinkyr, hvorav 68 var NRF-kyr, og 20 grovfôrprøver fordelt på 23 besøk. Den travleste uken ble det tatt ut 20 blodprøver og seks grovfôrprøver i fem besetninger! Det ble også i løpet av feltprosjektet prøvetatt 8 melkefeberkyr.



Figur 15: Uttak av blodprøver kan skje fra flere plasser, her fra halevene. Bildet er tatt søndagskveld den 11. november. Nok et eksempel på velvilje under feltprosjektet. Foto: Esten Bruheim

Ved analyse av mineraler i blod må serum skilles ut med sentrifugering og sendes separert inn til analyse.. Blodprøvene av sinkyrne ble analysert for kalium og magnesium, mens blodprøver fra melkefeberkyr i tillegg analysert for kalsium. Dette ble bestemt under forprosjekteringen. Prøvene ble sendt i posten og analysert ved NMBU Sentrallaboratoriet.

Av grovfôret ble det tatt ut en representativ prøve av det som ble gitt til de kuene vi tok blodprøve av. Hos enkelte gårdbrukere ble det tatt ut to prøver for å se på forskjeller, der sinkua gikk på to forskjellige fôrrasjoner i løpet av sinperioden. Av grovfôret ble det brukt en analysepakke (Ca, P, Mg, K, Na, S, Fe, Mn, Zn, Cu, Mo) med bakgrunn i pris, samt Cl i tillegg slik at vi kunne regne ut KAB. I utgangspunktet skulle ikke Cl bli analysert på grunn av økt kostnad, men da jeg fikk sponset ble dette mulig. Prøvene ble sendt i posten og analysert ved Ofotlab AS.



Figur 16: Milepæl i feltprosjektet. Torsdag 3. januar 2019 kunne man sette sluttstrek. Bildet viser blodprøve av sinku nummer 67, 68,69 og 70, samt grovfôrprøve nummer 20. Foto: Esten Bruheim

Etter hvert som prøvene ble analysert ble svarene systematisert i et rådatadokument i Excel. Besetningene ble tildelt et nummer slik at man kunne sammenligne de ulike besetningene seg imellom uten å bryte taushetsplikten.

Etter endt feltprosjekt ble det uthentet data fra besetningene. Dette ble gjort gjennom at jeg hadde fått tilgang til TINE Kukontrollen i forbindelse med besetningsbesøket. Noen av dataene for ønsket periode var ikke tilgjengelig, derfor ble TINE kontakt for datauttrekk. Alle disse dataene ble også systematisert i samme rådatadokument som for analysesvarene. Det ble litt knapt med tid etter kalving på enkelte av sinkuene som var prøvetatt før jeg hentet inn data. Dette gjorde at jeg ikke fikk sikker observasjon som kunne gjengis på alle prøvetatte dyr. Ikke all innhentet data er gjengitt i resultatdelen på grunn av avgrensing av oppgaven. Det er mulig og interessant å bruke dette i senere tid.

Avslutningsvis ble dataene analysert i Excel. Ved analysering ble det opprettet egne Exceldokument for de ulike delene av oppgavene for å holde oversikt. Det ble kopiert over data fra rådatadokumentet og utført analyser. Det ble kun gjennomført regresjoner. Resultatene er presentert med diagram, trendlinje og forklarende tekst i kapittel 3.2.

Prøvematerialet fra kliniske melkefeberkyr ble for lite til å kunne gjengis med hensikt. Disse prøvesvarene er likevel interessant og mulig å benytte senere.

Etter endt sensur på oppgaven skal jeg på nytt ta kontakt med besetningene og overlevere resultatene, gi de tilgang på oppgaven, se på årsaker og komme med forslag til tiltak.

3.2 Resultater

I denne delen presenteres resultatene fra eget forsøk. Det er ganske mange resultater som er gjengitt, men dette ses som nødvendig for å få belyst helheten. På bakgrunn av dette er resultatene presentert ganske kompakt, og det ville være en anbefaling å lese diskusjonen først for å lettere forstå helheten. Resultatene er delt inn i kapitel, for å lette oversikten. Disse kapitlene er:

3.2.1 Grovfôrets betydning for mineralbalansen hos kua

3.2.2 Plantens mineralinnhold og samspill

3.2.3 Konsekvenser av feil mineralbalanse i sinperioden

3.2.4 Konsekvenser på besetningsnivå av melkefeberfrekvens

Viktige forkortelser:

Forkortelse	Hva	Forkortelse	Hva
<i>T.V.</i>	Til venstre	<i>T.H.</i>	Til høyre
<i>fg</i>	Frihetsgrad	<i>P</i>	Signifikansverdi
<	Mindre enn	>	Større enn

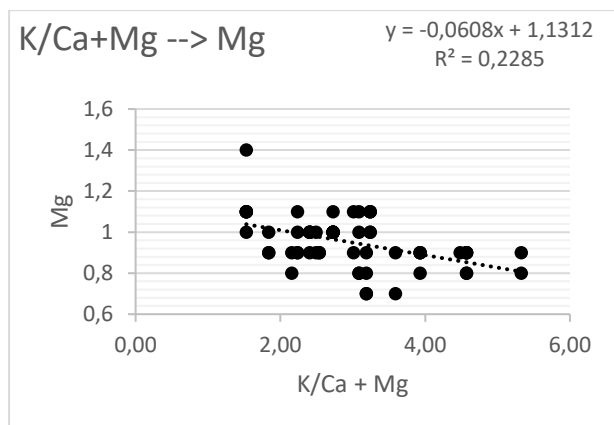
Hvor mange prøver eller observasjoner som bør ligge til grunn er alltid et spørsmål, men flere av resultatene her er så signifikante, i samsvar med litteratur, at de bør i alle fall ses som en antydning og grunnlag for videre forskning. Uavhengig av dette ble signifikansgrensen i eget forsøk satt til $p < 0.05$, med enten $p < 0.05$ eller $p < 0.01$. Trend ble satt til $p = 0.05-0.1$. Ikke signifikans ble satt til $p > 0.1$.

3.2.1 Grovfôrets betydning for mineralbalansen hos kua

I dette kapitlet ser vi på grovfôrets mineraler og mineralforhold sin påvirkning av blodverdier. Antall prøver bak disse resultatene er 17 grovfôrprøver og 62 blodprøver av sinkyr 1 til 25 dager før kalving. I en av besetningene ble det ikke tatt ut grovfôrprøve på grunn av særs uoversiktlig fôring. Av de 62 blodprøvene er det 58 som har gyldig kaliumresultat. Kalium er veldig følsom for riktig forpreparering. Det ble ikke analysert for kalsium på prøvene med bakgrunn i at kalsiumverdien varierer i stor grad innat i døgnet. Ingen uteliggere er fjernet i denne delen. Blodverdien er oppgitt i mmol/l og grovfôrverdien er oppgitt i g/kg TS.

K/Ca + Mg

Analyse av K/Ca + Mg i grovfôr sin innvirkning på blod. På Mg i blodet (fg 1.60, $p < 0.01$, figur 17) var det signifikant.

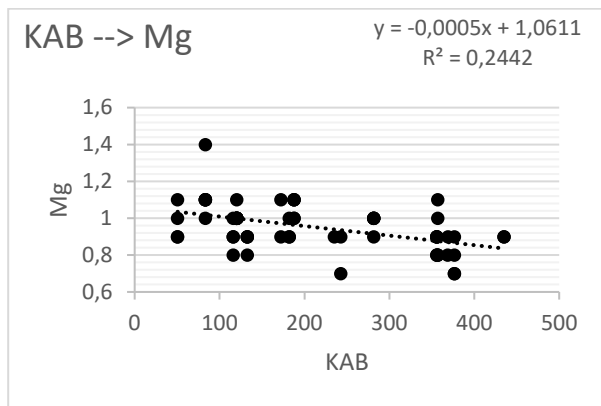


Figur 17: Sammenheng mellom K/Ca+Mg i grovfôr og Mg i blod

Resultatene i figur 17 viser oss at økt K/Ca + Mg senker Mg i blodet.

KAB

Analyse av KAB i grovfôr sin påvirkning på mineralinnhold i blod. På Mg i blodet (fg 1.60, $p < 0.01$, figur 18) var det signifikant, mens på K i blodet (fg 1.56, $p > 0.1$) var det ikke signifikant.

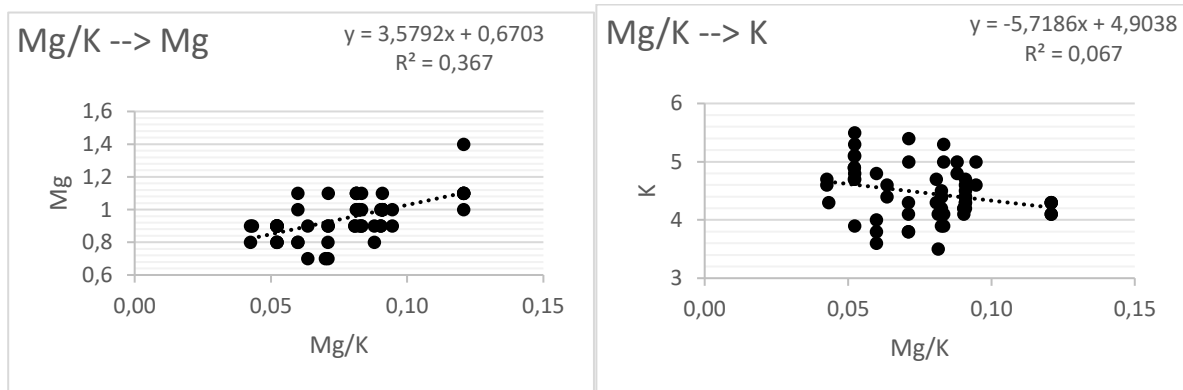


Figur 18: Sammenheng mellom KAB i grovfôr og Mg i blod

Resultatene her i figur 18 viser oss at en økende KAB i grovfôr senker Mg i blodet.

Mg/K

Analyse av Mg/K i grovfôr sin påvirkning på mineralinnhold i blod. På Mg i blodet (fg 1.60, $p < 0.01$, figur 19) og K i blodet (fg 1.56, $p < 0.05$, figur 20) var det signifikant.



Figur 19: T.V Sammenheng mellom Mg/K i grovfôr og Mg i blod

Figur 20: T.H. Sammenheng mellom Mg/K i grovfôr og K i blod

Resultatene her viser oss at opptak av Mg og K i kua er sammensatt og at Mg/K – forholdet i grovfôret påvirker. Figur 19 viser at Mg i blod øker med økt Mg/K, mens i figur 20 ser vi at K i blod synker med økt Mg/K.

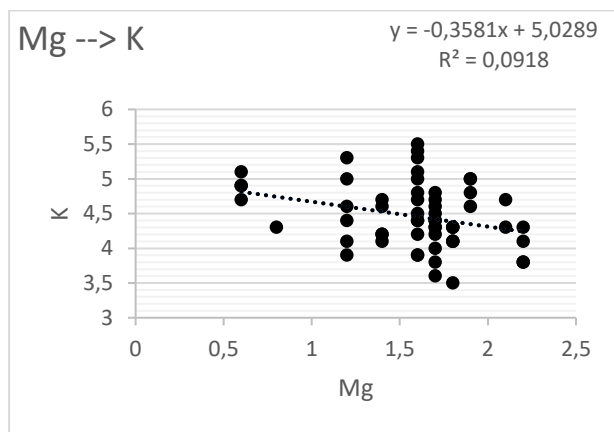
Kalium

Analyse av kalium i grovfôr sin på virkning på mineralinnhold i blod. På K i blodet (fg 1.56, $p > 0.1$) og Mg i blodet (fg 1.60, $p > 0.1$) var det ikke signifikant

Resultatene her viser oss at opptaket er sammensatt, da K aleine ikke påvirker K eller Mg i blodet.

Magnesium

Analyse av magnesium i grovfôr sin virkning på mineralinnhold i blod. På K i blodet (fg 1.56, $p < 0,05$, figur 23) var det signifikant og på Mg i blodet (fg 1.60, $p > 0.1$, figur) var det ikke signifikant.

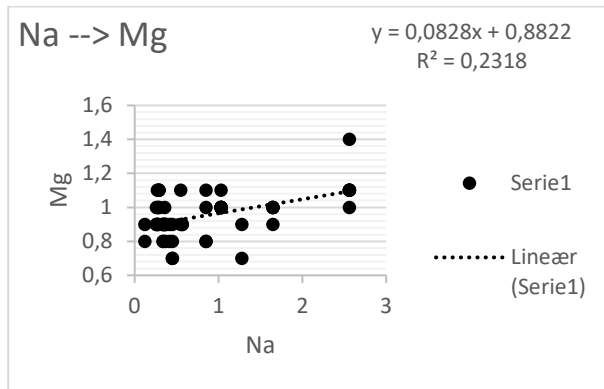


Figur 21: T.V. Sammenheng mellom Mg i grovfôr og K i blod

Resultatene her i figur 21 viser at økende Mg i grovfôret aleine senker K i blodet.

Natrium

Analyse av Na i grovfôr sin virkning på mineralinnhold i blod. På Mg i blodet (fg 1.60, $p < 0.01$, figur 25) var det signifikant, mens på K i blodet (fg 1.56, $p > 0.1$) var det ikke signifikant

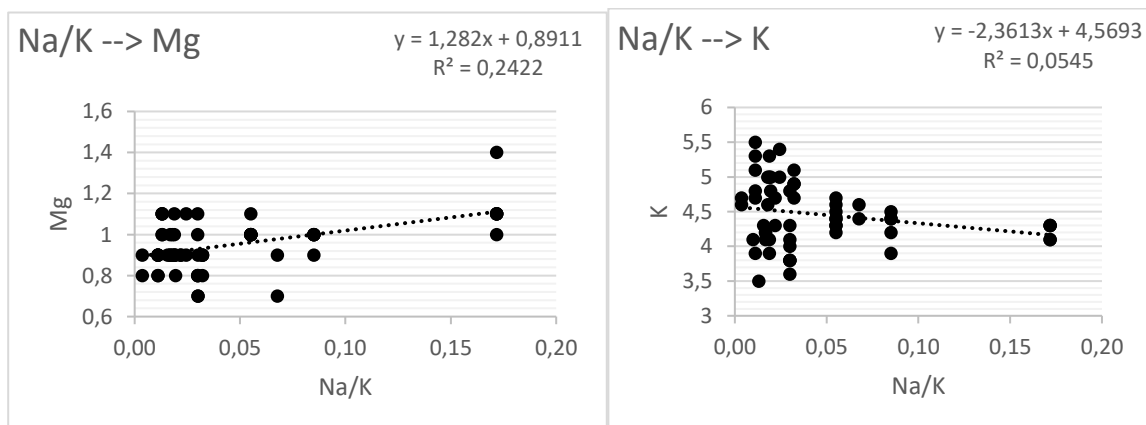


Figur 22: T.V. Sammenheng mellom Na i grovfôr og Mg i blod

Resultatene her i figur 22 viser at økende innhold av Na i grovfôret gir positiv effekt på Mg i blodet.

Na/K

Analyse av Na/K i grovfôr sin virkning på mineralinnhold i blodet. På Mg i blodet (fg.1.60, $p < 0.01$, figur 27) og på K i blodet (fg 1.56, $p = 0,077$, figur 28) viste det en trend.



Figur 23: T.V. Sammenheng mellom Na/K i grovfôr og Mg i blod

Figur 24: T.H. Sammenheng mellom Na/K i grovfôr og K i blod

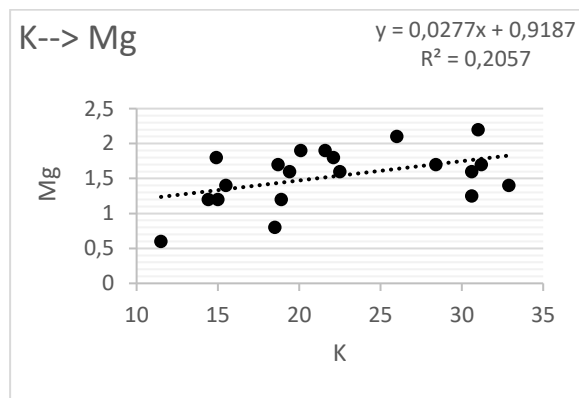
Resultatene her viser oss at Na/K-forholdet i grovfôr påvirker blodverdiene. I figur 23 ser vi at Mg øker med økt Na/K, mens i figur 24 ser vi at K hadde en tendens til å bli senket av økt Na/K.

3.2.2 Plantens mineralinnhold og samspill

I dette kapitlet ser vi på samspillet mellom mineraler i grovfôr. Antall grovfôrprøver som ligger til grunn er 20. Jeg har valgt å sette Na/K på X – linjen og Mg/K på Y - linjen, på grunn av å få en ønsket sammenlign med den verdien(Y-verdien) som har verdi for dyret med denne oppgaves fokus. Dette forklar at vi har sett på Na/K sin påvirkning på mineraler og mineraler sin påvirkning på Mg/K. Alle prøvene er gjengitt i resultatene. Grovfôrverdien er oppgitt i g/kg TS.

Kalium sin påvirkning av mineralinnhold i grovfôr

Analyse av K i grovfôr sin påvirkning på av mineralinnhold i grovfôr. På Mg (fg 1.18, $p < 0.05$, figur 30) var det signifikant.

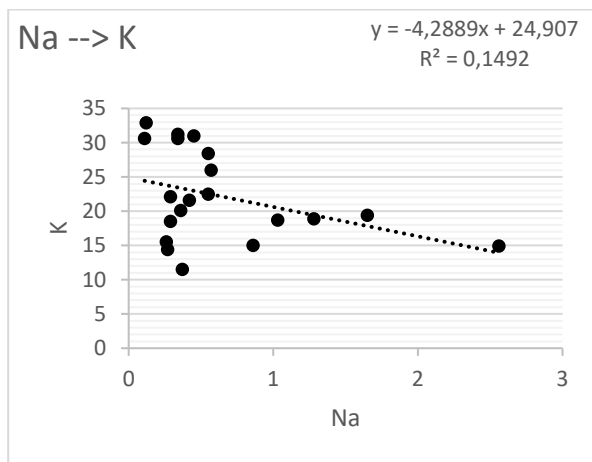


Figur 25: Sammenheng mellom K og Mg i grovfôr

Resultatene her i figur 25 viser oss at både Mg og K øker i grovfôret.

Natrium sin påvirkning av mineralinnhold i grovfôr

Analyse av Na i grovfôr sin påvirkning av mineralinnhold i grovfôr. På K (fg 1.18, $p=0.092$, figur 31) viste det en trend, mens på Mg (fg 1.18, $p > 0.1$) var ikke signifikant.

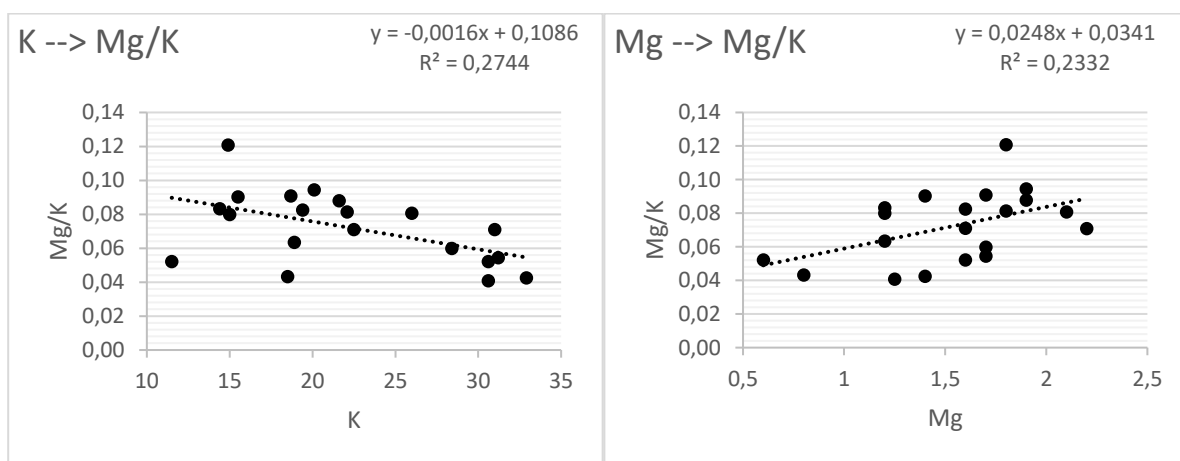


Figur 26: Sammenheng mellom Na og K i grovfôr

Resultatene her i figur 26 viser oss at Na senker kalium i grovfôr.

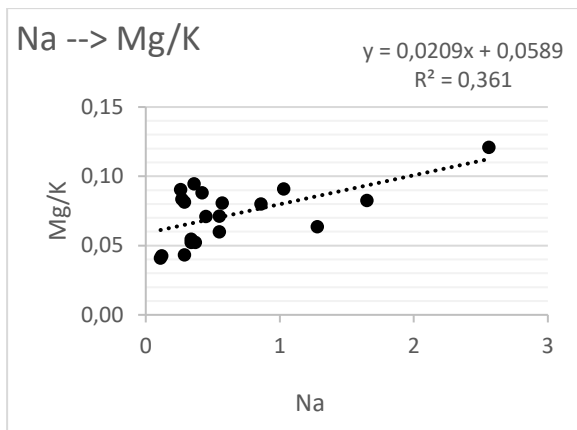
Mineralers påvirkning av Mg/K – forhold i grovfôr

Analyse av mineraler i grovfôr sin påvirkning på Mg/K – forhold i grovfôr. Påvirkning av K i (fg 1.18, $p < 0.05$, figur 32), Mg (fg 1.18, $p < 0.05$, figur 33) og Na (fg 1.18, $p < 0.01$, figur 34) var signifikant.



Figur 27: T.V. Sammenheng mellom K og Mg/K i grovfôr

Figur 28: T.V. Sammenheng mellom Mg og Mg/K i grovfôr

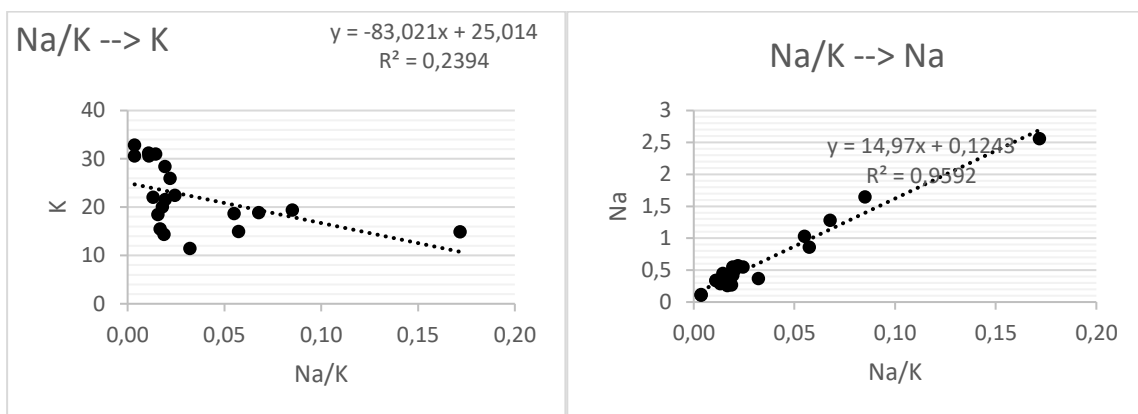


Figur 29: Sammenheng mellom Na og Mg/K i grovfôr

Resultatet her viser oss at i figur 28 at Mg øker forholdstallet, mens i figur 27 ser vi at K senker forholdstallet aleine. I figur 29 ser vi at natrium har en økende effekt på forholdstallet.

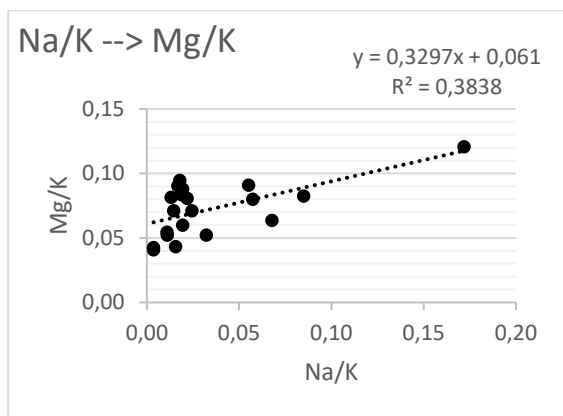
Na/K sin påvirkning på mineraler i grovfôr

Analyse om Na/K i grovfôr sin påvirkning av mineraler i grovfôr. På K (fg 1.18, $p < 0.05$, figur 35), Na (fg 1.18, $p < 0.01$, figur 36) og Mg/K (fg 1.18, $p < 0.01$, figur 37) var signifikant, mens på Mg (fg 1.18, $p > 0.1$) var det ikke signifikant.



Figur 30: T.V. Sammenheng mellom Na/K og K i grovfôr

Figur 31: T.H. Sammenheng mellom Na/K og Na i grovfôr

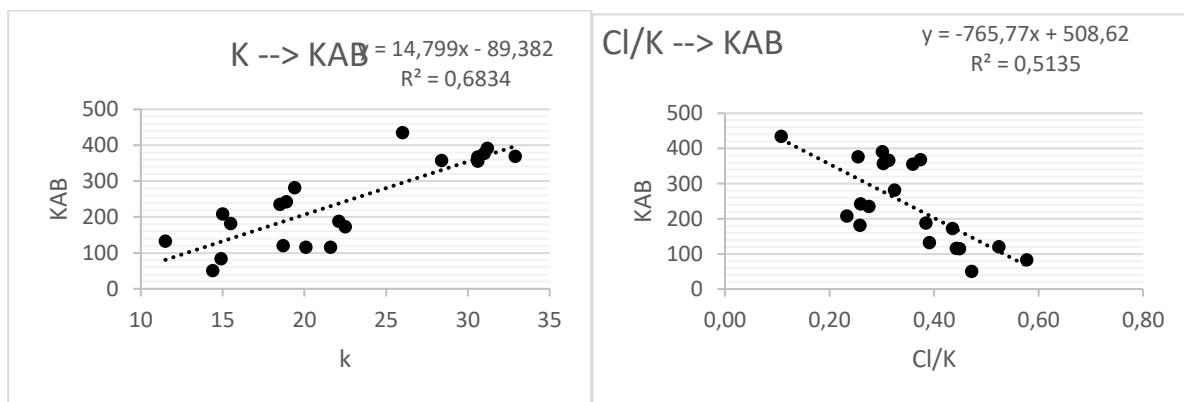


Figur 32: Sammenheng mellom Na/K og Mg/K i grovfôr.

Resultatene her viser oss at i figur 30 at kalium påvirkes negativt et høyt forholdstall mellom Na og K, mens i figur 31 ser vi at Na og i figur 32 ser vi at Mg/K påvirkes positivt.

Påvirkning av KAB i grovfôr

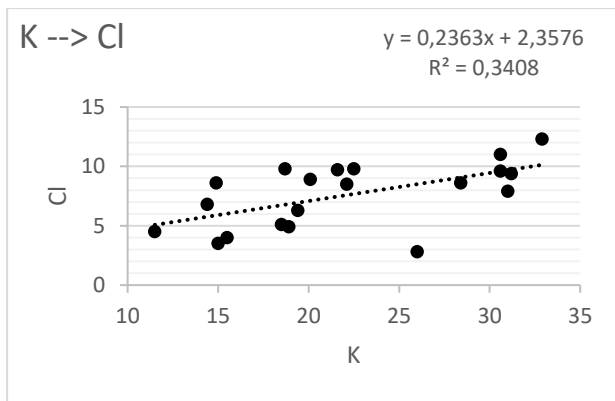
Analyse om påvirkning av KAB i grovfôr. Påvirkning av K (fg 1.18, $p < 0.01$, figur 39) og Cl/K (fg 1.18, $p < 0.01$, figur 40) var signifikant, mens Na (fg 1.18, $p > 0.1$), Cl (fg 1.18, $p > 0.1$) og S(Svovel) (fg 1.18, $p > 0.1$) ikke var signifikant.



Figur 33: T.V Sammenheng mellom K og KAB i grovfôr

Figur 34: T.H. Sammenheng mellom Cl/K og KAB i grovfôr

Resultatet her i figur 33 viser oss at det er kun K aleine i grovfôret som har påvirkningskraft på KAB, med en økende effekt. I figur 34 ser vi at økende Cl/K – forholdet påvirker det negativt. Hvorfor Cl ikke påvirker aleine, kan forklares i figur 35 hvor vi ser at K og Cl øker begge signifikant (fg 1.18, $p < 0.01$).



Figur 35: Sammenheng mellom K og Cl i grovfôr

3.2.3 Konsekvenser av feil mineralbalanse i sinperioden

I dette kapitlet ser vi på blodverdiene sin påvirkning på laktasjonsresultater på jurhelse og fruktbarhet. Blodprøvene er de samme som i 3.2.1 og er tatt av sinkyr fra 1 til 25 dager før kalving. Celletall er regnet ut som geometrisk middel 2 første veiinger etter kalving sitt avvik fra besetningsmiddel. KFI er også regnet ut fra avvik fra besetningsmiddel. Alle observasjoner som er innhentet er gjengitt.

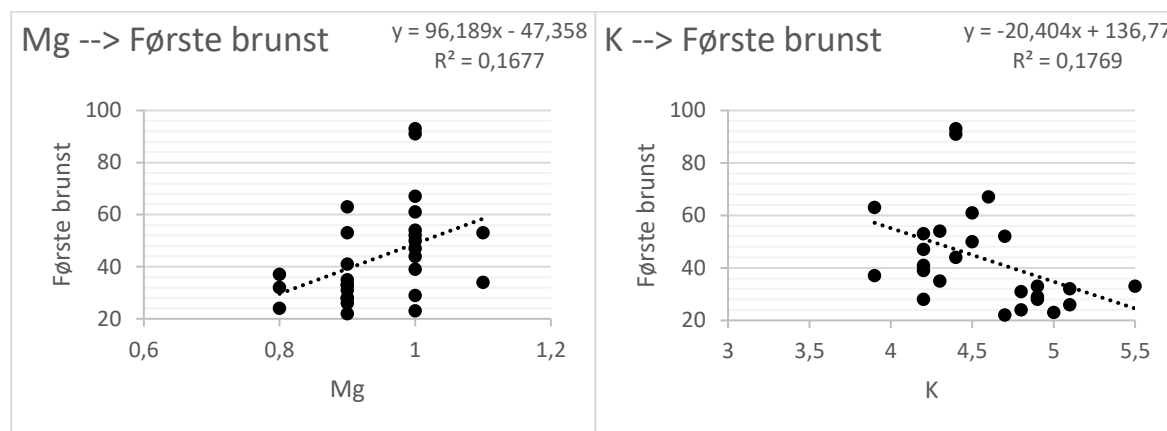
Jurhelse

Analyse om sammenheng mellom blodverdier og celletall. Sammenheng med K i blodet (fg 1.41, $p > 0.1$) eller Mg i blodet (fg 1.45, $p > 0.1$) var ikke signifikant.

Fruktbarhet

Analyse om sammenheng mellom blodverdier og KFI. Sammenheng med K i blodet (fg 1.28, $p > 0.1$) eller Mg i blodet (fg 1.31, $p > 0.1$) var ikke signifikant.

Analyse om sammenheng mellom blodverdier og første registret brunst. Sammenheng med K i blodet (fg. 1.24, $p < 0.05$, figur 42) og Mg i blodet (fg 1.26, $p < 0.05$, figur 43) var signifikant



Figur 36: T.V. Sammenheng mellom Mg i blod og første brunst

Figur 37: T. H. Sammenheng mellom K i blod og første brunst

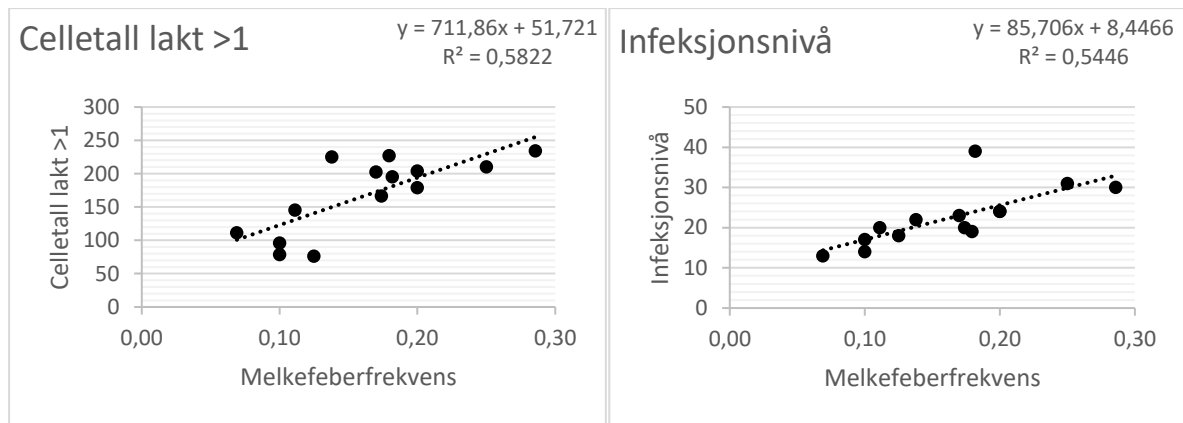
Resultatene her viser oss at i figur 36 ser vi en økende grad av Mg og i figur 37 en synkende grad av K i blodet forsinket igangsetting av syklus, som vises gjennom første synlige brunst.

3.2.4 Konsekvenser på besetningsnivå av melkefeberfrekvens

I dette kapitlet har jeg tatt for meg data fra 14 besetninger over en periode på tolv måneder, opp mot frekvens av melkefeber. Melkefeberfrekvens er regnet ut basert på antall kyr med melkefeber, delt på antall eldre kalvinger (Kalving nr. 3 eller høyere). Infeksjonsnivået forteller oss noe om antall present av veieprøver som er over 200` i celletall. Celletall lakt >1 gjengir gjennomsnitt av alle kyr i laktasjon 2 eller høyere sitt geometriske middel. Uteligger forekommer, I figur 44 om Celletall lakt >1 er det i en av besetningene fjernet 2 2. kalvskyr som hadde skyhøyt celletall etter kalving og ble raskt slaktet. I figur 50 om fruktbarhetsøkonomi ble en av besetningene fjernet, grunnet unormal høy utrangering på grunn av fruktbarhet.

Jurhelse

Analyse om sammenheng mellom melkefeberfrekvens og jurhelse. Sammenheng med Celletall lakt >1 (fg1.12, $p < 0,01$, figur 44), og infeksjonsnivå (fg 1.12, $p < 0,01$, figur 45) var signifikant, mens med mastittfeller (fg 1.12, $p > 0,1$) ikke var signifikant.



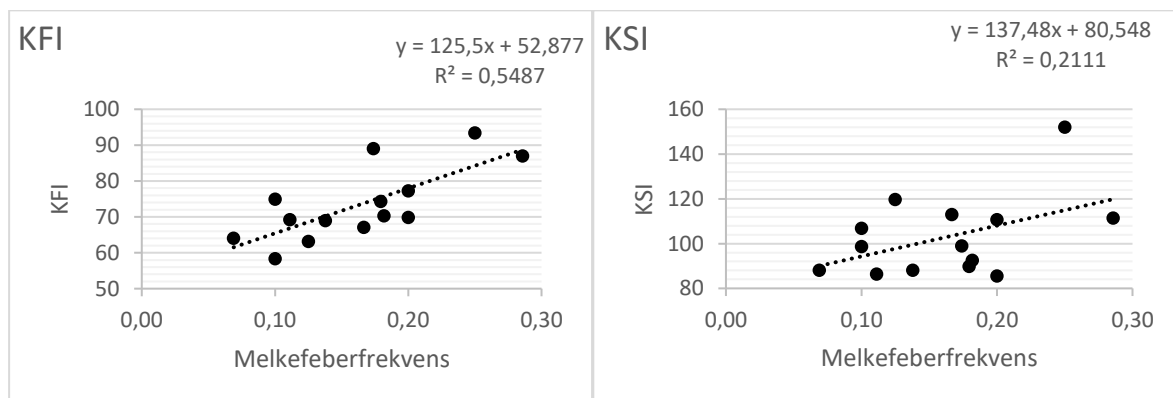
Figur 38: T.V. Sammenheng mellom melkefeberfrekvens og celletall lakt >1

Figur 39: T.H. Sammenheng mellom melkefeberfrekvens og infeksjonsnivå

Resultatene her viser oss at økt melkefeberfrekvens har en påvirkning på jurhelse. I figur 38 ser vi påvirkning i form av økt celletall og i figur 39 ser vi en påvirkning på infeksjonsnivå, på besetningsnivå.

Fruktbarhet

Analyse om sammenheng mellom melkefeberfrekvens og fruktbarhet. Sammenheng med KFI (fg 1.12, $p < 0,01$, figur 46) var signifikant, med KSI (fg 1.12, $p = 0,098$, figur 47) viste det en trend, mens med dager fra KFI til KSI (fg 1.12, $p < 0,1$) ikke var signifikant.



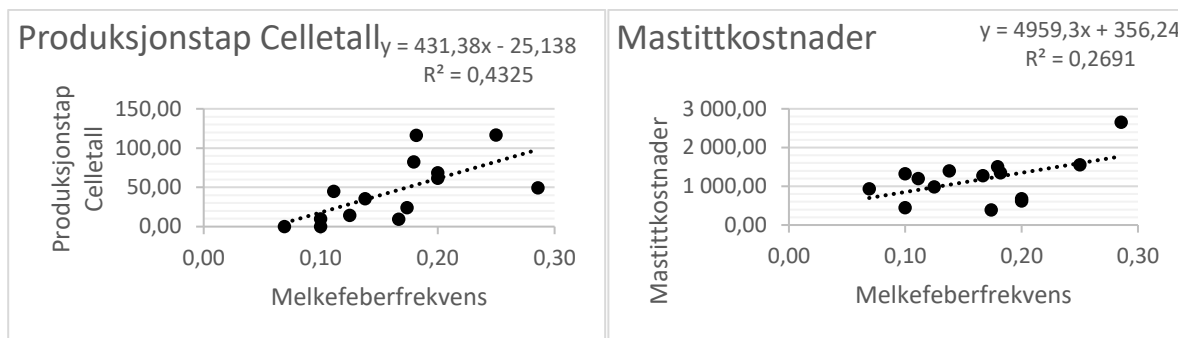
Figur 40: T.V. Sammenheng mellom melkefeberfrekvens og KFI

Figur 41: T.V. Sammenheng mellom melkefeberfrekvens og KSI

Resultatene her viser oss at økt melkefeberfrekvens har en innvirkning på fruktbarhet. I figur 40 ser vi form av økt KFI og i figur 41 ser vi en tendens til økt KSI, på besetningsnivå.

Økonomi

Analyse om sammenheng mellom melkefeberfrekvens og jurhelseøkonomi. Tallene viser per årsku og er hentet fra TINE Kukontroll. Sammenheng med produksjonstap Celletall (Liter) (fg 1.12, $p < 0,05$, figur 48) var signifikant, mens med mastittkostnader (Kroner) (fg 1.12, $p = 0,057$, figur 49) viste det en trend.

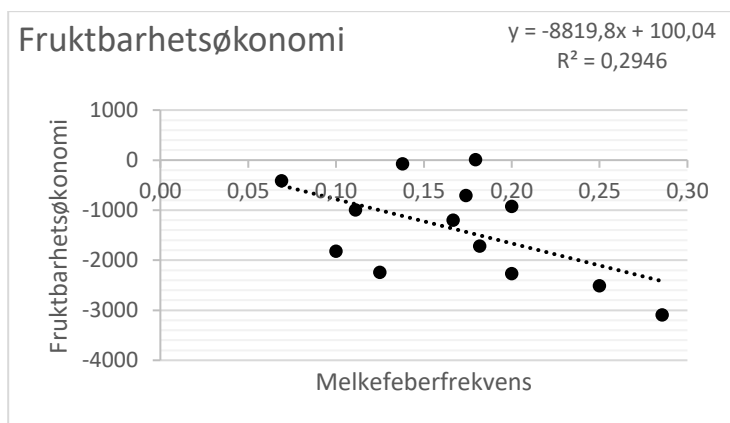


Figur 42: T.V. Sammenheng mellom melkefeberfrekvens og produksjonstap celletall

Figur 43: T.H. Sammenheng mellom melkefeberfrekvens og mastittkostnader

Resultatene her viser at økende melkefeberfrekvens påvirker jurhelseøkonomien. I figur 42 ser vi at økt melkefeberfrekvens gir større produksjonstap på grunn av celletall, mens i figur 43 ser vi at det gir en tendens til økt mastittkostnader.

Analyse om sammenheng mellom melkefeberfrekvens og fruktbarhetsøkonomi. Tallene inkluderer alle inseminerte dyr i besetningen. Se vedlegg 1 for utregning. Sammenheng med total kostand per dyr (fg. 1.12, $p = 0.055$, figur 50) viste en trend.



Figur 44: Sammenheng mellom melkefeberfrekvens og fruktbarhetsøkonomi

Resultatene her i figur 44 viser oss at økt melkefeberfrekvens har en økonomisk større tap på fruktbarhet, på besetningsnivå.

4. Diskusjon

Gjennom teoridelen og eget forsøk har jeg satt fokus på mineralsammensetning og forholdet mellom essensielle kationer/anioner i forbindelse med forebygging av melkefeber på ku. Mineralene jeg har fokusert på er kalium, magnesium, kalsium, klor og natrium. I teoridelen har jeg beskrevet disse mineralene sine funksjoner og samspill i planter og i kroppen. Det er viktig å ikke bare låse problemstillingen til kun å prøve å forebygge melkefeber i sinperioden, men også ha et bevisst fokus på å sikre at både planten og kua får nok av disse mineralene.

Jeg har referert til resultatene i eget forsøk i diskusjonen, hvor S betyr $p < 0.05$, SS betyr $p < 0.01$, T betyr $p = 0.05 - 0.1$ og NS betyr $p > 0.1$.

Melkefeber

Melkefeber er en sammensatt sykdom, både med tanke på sykdomsbilde og årsaker. Hovedfokuset i denne oppgaven er ikke på klinisk melkefeber, men jeg vil poengtere viktigheten med å kunne initialsymptomer på melkefeber, for å kunne igangsette behandling tidlig nok. Disse er beskrevet nøye i kapittel 2.3.2.

Mange års forskning har funnet flere sannsynlige årsaker til melkefeber som gjør det lettere å kunne forebygge sykdommen, og noen av disse går ut på å sørge for korrekt mineralbalanse i sinperioden. Funn i eget forsøk antyder kompliserte sammenhenger i jord og planter og effekt dette har på mineralbalansen i kua. Dette gjør det både viktig og utfordrende å kunne fremstille et godt og sykdomsforebyggende grovfôr til sinkua.

Det er dermed viktig å gå bredt inn ved utredning av besetninger med høy melkefeberfrekvens for å kunne finne konkrete årsak(er) og hva dette skyldes. Dette gjør det utfordrende og faglig interessant å løse utfordringer med melkefeber i en konkret besetning.

Både eget forsøk og teori antyder at det bør bli et større fokus på oppstalling og fôring av sinkua før og rundt kalving med tanke på mineralbalanse opp mot melkefeber, prestasjoner i laktasjonen, rett hold på kua i sinperioden og mindre smittepress rundt kalving.

4.1 Grovfôrets betydning for mineralbalansen hos kua

I eget forsøk, kapitel 3.2.1, ser vi at mineralenes innbyrdes forhold påvirker mineralbalansen i kua i minst like stor grad som mineralene isolert i grovfôr.

I figur 17 ser vi en sammenheng mellom K/Ca+Mg i grovfôr og magnesium i blodet. Dette er allerede bevist tidligere i Synnes sin artikkel fra 1995. Dette bekreftes av mitt eget forsøk. Synnes skrev at ved en K/Ca + Mg over 2,2 indikerer større fare for magnesiummangel. I mine 20 grovfôrprøver er det kun 1 prøve under 2,2 og to på 2,2, høyeste forhold er 7. Dette mener jeg kan vise at magnesiummangel er en større årsak til melkefeber enn det som er oppfatningen i dag. Det ble ikke gjennomført analyse opp mot kalium i blod med bakgrunn i teori om opptak i kua.

Synnes skrev at verdien på 2,2 ikke må ses på som en absolutt verdi. Dette bekreftes av mitt eget forsøk, jmfør figur 17, da det ikke er noe brått fall rundt 2,2 på magnesium i blodet.

Blod(Y)	Grovfôr(X) →	K	Mg	Mg/K	Na	Na/K	KAB
K		NS	S	S	NS	T	NS
Mg		NS	NS	SS	SS	SS	SS

Figur 45: Oversikt over resultater fra kapitel 3.21, avsnitt 2 til 7

Litteratur fra Eriksen i 2010 og McDonald i 2011 viser at kalium i grovfôret påvirker opptaket av magnesium. Eriksen sier at opptaket av magnesium senkes med 25 til 75 % når kalium er mellom 25 – 45 g/kg TS i grovfôr. McDonald sier at ved mye kalium i grovfôret økes behovet fra 3,5 g/kg TS til 4 g/kg TS magnesium i grovfôr for å forebygge melkefeber. Waage skriver i 1993 at lav Mg i grovfôr økte forekomst av melkefeber. I kapitel 2.2.4 leser vi at Na/K-forholdet påvirker magnesiumopptaket i kua, men her finner jeg ingen konkrete opplysninger. Dette ser jeg i sammenheng med det Aasen skrev i 1997 at økt natrium i jorda senker opptaket av kalium i plantene.

Jeg tolker disse kildene som usikre siden de er ganske diffuse, og jeg mener at det må være flere faktorer som innvirker her. I eget forsøk finner jeg at kalium i grovfôret hverken påvirker opptak av kalium eller magnesium til blod.

Det vi ser er at høy Mg/K og høy Na/K i grovfôr øker opptaket av magnesium og senker kalium i blodet. Dette viser at mineralene sitt innbyrdes forhold i grovfôr påvirker mineralbalansen i kua i minst like stor grad som innholdet av mineraler isolert i grovfôr.

Vi ser også at økt magnesium i grovfôret senker kalium i blod, i tillegg til at høyt Na/K og høyt Mg/K også har en effekt på å senke opptaket av kalium. Dette er nok et eksempel på hvor sammensatt mineralbalansen i kua påvirkes. Jeg antyder en ny teori om at antagonismen i vom der kalium hindrer magnesiumopptak også gjelder motsatt, på samme måte som i jord der kationer generelt påvirker hverandres opptak til planten?

Basert på eget forsøk og med bakgrunn i litteratur, finner jeg at ved bruk av Mg/K og Na/K fra grovfôranalyser kan konkretisere effekten av mineralene sin innvirkning på opptak av kalium og magnesium til blod.

4.2 Plantenes mineralinnhold og samspillet

I eget forsøk, kapittel 3.2.2, ser vi at i jord og planter er det et dynamisk samspill mellom mineraler som påvirker mineralinnholdet i grovfôret. Det er viktig å forstå dette samspillet, med tanke på gjødsling og produksjon av grovfôr.

Grovfôr	X→	Na	K	Mg	Na/K
Na		-	-	-	SS
K		T	-	-	S
Mg		NS	S	-	NS
Mg/K		SS	S	S	SS

Figur 46: Oversikt over resultater fra kapittel 3.2.2, avsnitt 1 til 4

I litteratur i kapittel 2.4 er det forklart hva som positivt påvirker opptak av mineraler fra jord til planter. Dette kan ses i figur 25 i eget forsøk, der både kalium og magnesium i grovfôr øker ved økende innhold av den ene.

Synnes og Øpstad skrev i 1995 at økt natrium i jord senker opptaket av kalium i planter, dette ser vi også en tendens til i eget forsøk. Dette ses i sammenheng med at det er normalt veldig lite natrium i jorda og ved økende innhold vil dette gi en antagonisme mellom natrium og kalium.

At det er lite natrium i jorda ses også i sammenheng med at hovedvekten av grovfôrprøvene viste veldig lav Na/K i grovfôr. Høy Na/K viste sammenheng med høy natrium, lav kalium og høy Mg/K i grovfôret, noe som er gunstig med tanke på forebygging av melkefeber.

I forrige kapittel diskuterte jeg viktigheten av Na/K og Mg/K i grovfôret, og resultatene i eget forsøk viser at mineralenes innbyrdes forhold kan påvirkes. Funnene viser også at magnesium og kalium isolert ikke påvirker dette i stor grad og dette gjør det mer utfordrende å oppnå en optimal mineralbalanse i sinkufôret.

KAB i grovfôr er viktig for dyrene med sin innvirkning på syre-base forholdet og pH i kroppen som er viktig for opprettholdelse av og effektivitet i flere livsfunksjoner. Eriksen skriver i 2010 at kalium i stor grad påvirker KAB, og gjennom eget forsøk ser vi at det stemmer tydelig.

	K	Na	Cl	S(Svovel)	K/Cl
KAB	S	-	-	-	S

Figur 47: Oversikt over resultater fra kapitel 3.2.2, avsnitt 5

I eget forsøk med 20 grovfôrprøver er det kun kalium isolert som påvirker KAB, og dette viser viktigheten på å ha kontroll på kalium i grovfôret. Dette bekreftes av teori i kapitel 2.4 om opptak av mineraler fra jorda og luksusopptak av kalium.

Vi ser også at klor isolert sett ikke påvirker KAB, men sammen med kalium påvirker KAB. Selv om klor er et anion, påvirkes opptaket fra jord av de samme faktorene som kationer. Dette forklarer sammenhengen mellom K og Cl i figur 35, men på grunn av kalium sitt større innhold i jord og luksusopptak blir forskjellen større jo lavere Cl/K blir. Dette gir en forklaring på at lav Cl/K gir høy KAB. Dette antyder at Cl/K er en like god pekepinn som KAB i grovfôret om forventet pH i kroppen.

Hvordan påvirke grovfôrets mineralinnhold

At det er mulig å påvirke mineralinnholdet i grovfôret er bevist. Men likevel må man finne ut hva som er økonomisk lønnsomt, samt hva som er riktig innsats med tanke på hva som forårsaker melkefeber.

Å redusere kalium i grovfôr har vist seg å være vanskelig med tanke på plantenes luksusopptak av kalium og engas evne til å mobilisere tungtløselig kaliumressurser i jord. Synnes fant i 1995 ut at gjennomsnittlig innhold av kalium i grovfôr var 23 g/kg TS. I forsøket til Synnes et al. i 2015 ble det brukt 2/3 kaliummengde, men dette førte ikke til en større reduksjon enn 2 g/kg TS.

Det er også meget viktig å analysere for K – Al(lettløselig) og KHNO_3 (tungtløselig) ved engdyrking for å få en riktig status på kaliumbidraget fra jorda på kort og lang sikt. K – Al prøver har en kortsiktig verdi. De endres stort over tid, og i et jordprøveomløp på 6-8 år vil dette gi et dårlig utgangspunkt for riktig gjødsling av kalium. Likevel vil ikke være behov for årlige prøver, da man kan regne seg ut til utnytting ut i fra likevektsnivået og utvasking av lettløselig kalium. Tungtløselig kalium (KHNO_3) vil ikke endres så mye over tid og er en god indikator på jordas langsiktige bidrag, og det er dermed ikke et behov for å ta ut KHNO_3 hver gang

Norsk Landbruksrådgiving anbefaler at det tas ut jordprøver hvert 5.-6. år på bruk med grovfôrproduksjon. K – Al påvirkes av gjødslingen og en mineralanalyse av grovfôret vil også være viktige for å se om man har truffet den optimale gjødslingen ut i fra hva plantene har tatt opp av kalium. Ved å vurdere K-AL og mineralanalyse sammen med K- HNO_3 vil en få det beste målet for plantetilgjengelig kalium i jorda, og man kan justere gjødslingen til plantenes behov (Ragnhild Borchsenius, personlig kommunikasjon, 18. mars 2019). Jeg ser det som optimale å legge jordprøveuttak til et gjenleggsår på de enkelte skiftene, da det som oftest er høye K – Al verdier etter mye husdyrgjødsel i gjenleggsåret. Dette vil da være en god indikator på å kunne justere gjødslingen riktig. I kapittel 2.4.2 er det beskrevet faktorer som påvirker K – Al, men uansett vil den etter noen år med eng være nede på likevektsnivået.

Ut i fra eget forsøk og teori vil det være vel så effektivt å øke magnesium som å senke kalium i grovfôret. Bruk av magnesiumrik kalk vil være lønnsomt for å øke jordens ressurser på magnesium. Eksempelvis koster dolomittkalk rundt 100,-/tonn ekstra, og det vil være en lønnsom investering på sikt. Etter systematisk bruk over en periode og nye vurderinger av jordprøver vil man kunne gå over på vanlig kalk igjen. Om man skal velge andre magnesiumkilder må det ses i sammenheng med KHNO_3 i jorda. Bruk av magnesiumrik kalk vil gi et økt fortrinn ved å forhindre antagonisme med kalium og kalsium, da jorda ofte har ofte høyt innhold av disse. Ved kalking økes kalsiuminnholdet også ytterligere.

Det er også en mulighet å gjødsle med magnesiumklorid og få en økning på oppimot 50 % i magnesium i grovfôret, en kostnad på ca. 70,-/dekar. Hvis man tar utgangspunkt i de to magnesiumverdiene ved ulik kaliumgjødsling i forsøket til Synnes i 2015 med 14 kg klor og gjennomsnittet på kalium i grovfôret fra Synnes og Opstad i 1995 ville man fått henholdsvis 0,8 (1,8 g/kg TS Mg) ved 2/3 kaliumgjødsling og ved normal kaliumgjødsling 0,055 (1,3 g/kg TS Mg) som Mg/K. Disse anbefalingene begrunnes med at det ikke er snakk om store areal som trengs for å produsere sinkufôret.

Med tanke på KAB i grovfôr ville også kloridgjødsling være gunstig. Ut i fra teori og eget forsøk vil det være naturlig å bruke magnesiumklorid som klorkilde. Dette ses i sammenheng med kapittel 2.2.4, første og siste avsnitt. Kalsiuminnholdet vil uansett være moderat. Ved 2/3 kaliumgjødsling og 14 kg MgCl ga et kalsiuminnhold på 2,4 g/kg TS, mot samme opplegg med CaCl som ga 2,9 g/kg TS. Ved normal kaliumgjødsling ga 14 kg MgCl 1,5 g/kg TS mot 14 kg CaCl som ga 2,7 g/kg TS.

Med utgangspunkt i teori om kalsium og KAB i første avsnitt i kapittel 2.2.4, vil vi sjelden komme så lavt med KAB eller kalsiumverdien i grovfôret at man vil kunne få en økt melkefeberfrekvens. KAB <-100 er å regne som meget sjelden i norsk grovfôrproduksjon, men ved bruk av anionsalter i fôrrasjonen må en første vite kalsiuminnhold i grovfôret. Uansett vil jeg si at vi bør opprettholde dagens fokus på KAB og kalsium.

Resultatene fra kloridgjødselforsøket som vi refererte til i kapitel 2.4 viste at bruk av kloridgjødning ga gunstig utslag på KAB på grunn av økende Cl/K forhold. Bruk av CaCl eller MgCl ga ikke signifikant forskjell ved bruk av normal kaliumgjødning. Ved redusert kaliumgjødning blir KAB lavere når det brukes CaCl. Her ser vi at natriuminnholdet økte, og dette skyldes nok at økt Mg gir mindre K og Ca, og mindre K har vist seg i mine forsøk å øke Na.

At magnesium og natrium øker ved normal kaliumgjødning styrker min anbefaling om bruk av MgCl. Grunnen til at kloridgjødning gir så store utslag på KAB kan være at klor blir tatt opp gjennom luft i tillegg.

Å redusere kaliumgjødningen med 1/3, både med tanke på mineralinnhold og KAB i grovfôr, må vurderes opp mot kaliumressursene i jorda. Basert på teorien i oppgaven her kan en reduksjon i kaliumgjødning på kaliumfattig jord gi mangel og avlingskonsekvenser.

Å øke natriuminnholdet i planter og jord ville vært gunstig. Det er utfordrende å få til økt innhold av natrium i jord og planter, med tanke på beskjedent innhold i innlandsstrøk, svak evne til å binde seg til jord og antagonisme med andre kationer (Aasen, 1997). På bakgrunn av dette ser jeg det som kun aktuelt å tilsette natrium i fôr.

Basert på eget forsøk og litteratur vil jeg si at med hensyn på forebygging av melkefeber er det best å ha et høyt innhold av natrium og magnesium i jord og lavt av kalsium og kalium. Det vil være lettere å oppnå et godt sinkufôr om alle verdiene var lave enn om alle var høye. Med tanke på optimal produksjon av sinkufôr bør jordprøver ligge til grunn.

Andre faktorer som er gunstige med tanke på forebygging av melkefeber er utsatt høsting for å oppnå fortykningseffekt og valg av planter ut i fra et optimalt mineralinnhold i sinkufôret. I tillegg vil dette gi et grovt og næringsfattig grovfôr. 1. slått høstet fra kald jord som har fått lite vårsol vil være mer gunstige med hensyn til mineralinnhold.

Ut i fra dette kan vi muligens forklare økt forekomst av melkefeber hos økologiske bønder da kombinasjonen mye husdyrgjødsel, som kan gi overgjødning av kalium, og mye kløver i enga gir høyt innhold av kalsium og høy KAB, selv om magnesium også kan være høy i grovfôret. Her må nok en vurdering av både jord og gjødning til for å kunne gi et godt svar på samspillet mellom alle disse tre mineralene.

Et helhetlig blikk på samspillet mellom natrium, kalsium, kalium og magnesium i jord og planter basert på kunnskap om hvordan vi kan påvirke dette vil kunne gi et godt grunnlag for å produsere et riktig sinkufôr. Likevel ser vi ut i fra resultater i kapittel 3.2.2 at det komplisert å påvirke magnesium og kalium gjennom jord og gjødsling.

Mineralanalyser og merking av surfôr med tanke på type slått og opphav må til for å kunne gjennomføre en helhetlig vurdering av fôret. I dag sorteres det ofte bare etter type slått. Dette ble synliggjort under besetningsbesøkene hvor jeg etterspurte om det var mulig å få Mg – Al verdiene i jorda der grovfôret var produsert, men kunnskapen om dette var svært mangelfull og viktigheten samt fokuset rundt dette må bedres.

Det er viktig å presisere at dette kapitlet kun omhandler produksjon av et optimalt sinkufôr. Et melkekufôr må ha en helt annen sammensetning med tanke på optimal ytelse og helse i laktasjonen. Teori og eget forsøk tilsier at i fremtiden kan det være en gevinst både for kua og bonden å ha fokus på å skille produksjon av sinkufôr og melkekufôr for å sikre mineralbalansen i kua året rundt.

4.3 Konsekvenser av feil mineralbalanse og klinisk melkefeber

Konsekvenser av melkefeber er et interessant fagfelt med tanke på sin påvirkning på redusert helse, fruktbarhet og velferd for melkekua og ekstra kostnader for bonden. En av problemstillingene i denne oppgaven er hvilke konsekvenser feil mineralbalanse i kua og/eller klinisk melkefeber kan gi på besetningsnivå. Forklaring på jurhelseparameterne ligger i innledning i kapittel 3.2.4.

	Melkefeberfrekvens
Celltall lakt >1	SS
Infeksjonsnivå	SS
Mastittbehandlingsfrekvens	NS
KFI	SS
KSI	T
Dager fra KFI til KSI	NS

Figur 48: Oversikt over resultater fra kapittel 3.2.4, avsnitt 1 og 2

I avsnitt 3.2.4 og figur 48 vises resultatene fra 14 besetninger og dette viser at økende melkefeberfrekvens har en negativ effekt på flere av besetningsresultater.

I eget forsøk ser vi at økt melkefeberfrekvens gir forhøyet celletall og infeksjonsnivå på besetningsnivå. Mastittbehandlingsfrekvens i besetningene var ikke signifikant påvirket av melkefeberfrekvensen. Dette kan forklares ut i fra ulike strategier for behandling fra både bønder og lokal veterinær. Det er også gjort andre forsøk som viser at økt forekomst av klinisk melkefeber ga økt forekomst av mastitt på besetningsnivå.

Litteratur viser at det er kun klinisk melkefeber som gir en signifikant innvirkning på forekomst av mastitt og forhøyet celletall. For lav kalsiumstatus gir en kronisk stressituasjon med svekkelse av immuncellene og kan gi en svekkelse av selve spenen med tilhørende økt lekkasje og dermed større infeksjonsrisiko. Økt lekkasje vil også forverre melkefeber på grunn av økt kalsiumtap og gi enda større negativ effekt.

Det er viktig å forstå sammenhengen mellom klinisk melkefeber og konsekvenser på besetningsnivå. Årsaken til konsekvensene på besetningsnivå forklarer jeg ved at økt melkefeberfrekvens er en indikator på økt forekomst av alle stadier av melkefeber på grunn av klinisk melkefeber sin relasjon til sinkuføret. Jeg ser at litteratur klassifiserer normal kalsiumverdi og hva som er kalsiummangel rundt kalving ulikt. Dette gjør det vanskelig å se tallene i sammenhengen, og man må basere seg på funn i besetninger for å kunne gå ut med et konkret forslag for bonden.

De kildene som påviser at melkefeber har en sammenheng med jurhelse, referer til kalsiummangel uten videre konkretisering av blodverdi. Dette kan også forklare at eget forsøk viste at økt melkefeberfrekvens ga forhøyet celletall og at litteratur viser en økt forekomst av mastitt på besetningsnivå. I Chamberlin (2013) forsøk som ikke fant denne sammenheng er kalsiumverdien konkretisert, men han bruker en grenseverdi opp mot normal verdi. Med bakgrunn i at det må et visst fall i kalsium rundt kalving for å innvirke på jurhelsen, er det ugunstig å ikke skille mellom subklinisk og klinisk melkefeber. Jeg vil også hevde at forskjellen i melkefeberfrekvens i eget forsøk er så liten at dette ikke påvirker besetningsresultater alene.

I eget forsøk ser vi angående fruktbarhet en forsinket første inseminering i besetninger med økt grad av klinisk melkefeber. Dette tyder på at det er en sammenheng mellom dette og mineralbalanse før kalving, klinisk og subklinisk melkefeber. Dette stemmer overens med teorien i kapittel 2.4.2 og påstand fra Wilde i 2006 om manglende forståelse av sammenheng mellom mineralbalansen og fruktbarhet.

På bakgrunn av dette anbefaler jeg å gjøre notater om unormalt kalvingsforløp, dette kan senere brukes til å forklare og løse utfordringer senere i laktasjonen. Notater om lengde på fødsel, oppførsel rundt kalving, utdrivingsfase, forløsning av etterbyrden og lignede er informasjon som er relevant. Dette blir ofte etterspurt av dyrleger ved sykdom i laktasjonen og ved forebyggende helsearbeid. Jeg anbefaler også at større besetninger inngår avtaler med fast dyrlege og rådgiver for å oppnå en kontinuitet og stabilitet i arbeidet med jurhelse og fruktbarhet. Dette gjør at dyrlegen og rådgiveren har oversikt og kan komme med profylaktiske tiltak før utfordringer oppstår, samt hjelpe til regelmessig med løsning av utfordringer i fjøset.

	MFF
Produksjonstap celletall (Liter)	S
Mastittkostnader	T
Fruktbarhetsøkonomi (Per ku/kvige)	T

Figur 49: Oversikt over resultater fra kapittel 3.2.4, avsnitt 3

Figur 49 gjengir resultatet fra siste avsnitt i kapittel 3.2.4. Den viser at det er en signifikans på produksjonstap celletall, men kun en tendens på mastittkostnader og fruktbarhetsøkonomi.

Dette er interessant da parameterne produksjonstap celletall og mastittkostnader også omfatter 1. laktasjon kyr, og att fruktbarhetøkonomien omfatter alle inseminerte dyr. Dette skulle egentlig gitt en lavere signifikans på grunn av at yngre dyr ikke får melkefeber, men resultatene i eget forsøk viser altså en varierende grad av sammenheng.

At vi ser en sammenheng på parameteren produksjonstap celletall ser jeg med bakgrunn i litteratur fra Whist (2015/2019) om lavere ytelse ved forhøyet celletall og eget forsøk som viser sammenheng mellom melkefeberfrekvens og celletall. Forklaring på hvorfor mastittkostnader viser tendens kan forklares ved at økt frekvens av melkefeber gir økt utrangering (Østerås, 2010). I tillegg viser litteratur at på besetningsnivå kan klinisk mastitt være en direkte konsekvens av økt melkefeber. I 2015 ble en mastitt i laktasjon estimert til en kostnad på 5000,-. Likevel er mye av kostnadene ved celletall og mastitt skjult og tas ikke med i betraktningene i det daglige.

At vi får tendens på fruktbarhetsøkonomi ses i sammenheng med eget forsøk om KFI og KSI, samt relevant teori i kapittel 2.5.2. At vi ikke får større utslag i fruktbarhetsøkonomien vil jeg tro skyldes at melketapet er standardisert. Forklaring på melketap finnes i kapittel 2. 5. 3

Litteratur fra Østerås i 2010 viser at melkefeber forklarer kun 1 til 3 % av manglende kvotefylling på grunn av god respons av behandling. Dette kan forklare hvorfor bonden ikke er bevisst på det økonomiske tapet av melkefeber og konsekvensene etterpå, noe som jeg mener minst like viktig for bonden.

4.4 Oppsummering

Det poengteres at i eget forsøk er det et begrenset antall prøver og observasjoner som ligger til grunn. Med bakgrunn i at flere av resultatene ga signifikante svar i samsvar med relevant litteratur mener jeg resultatene bør undersøkes videre for å avklare eventuell statistisk signifikans og sikkerhet. Se kapittel 6 for videre utdyping rundt dette.

Ut i fra eget forsøk og litteratur kan det oppsummeres at mineralenes samspill i jord via fôr til helse, fruktbarhet og velferd hos kua er sammensatt og komplisert.

For at dette kan resultere i ei friskere melkeku og bedre økonomi for bonden, bør det bli et større fokus på bønders og rådgiveres kunnskap og bevissthet rundt dette, dette ble også sitert i kapitlet 1.1 i fra andre kilder. Forekomst av melkefeber i Norge har vært uendret de siste årene, og det kan forklare at mange bønder og rådgivere ikke ser konsekvensene av melkefeber og muligheten til å redusere forekomsten. Jeg håper at denne helhetlige tankegangen om det mineralske samspillet kan inngå i jobben til fremtidens agronom.

5. Konklusjon

Hovedfokus i denne bacheloren har vært på mineralbalansen hos sinkua, både med tanke på påvirkning fra jord og fôr og konsekvenser i form av melkefeber, jurhelse og fruktbarhet.

Med bakgrunn i eget forsøk og litteratur mener jeg det er grunnlag for følgende konklusjoner:

- Feil mineralbalanse i sinkufôret vil kunne gi økt forekomst av melkefeber og en større belastning på besetningen rundt kalving. Det bør derfor tas ut mineralanalyse av sinkufôret for å kunne vurdere dette og gi sinkua det optimale sinkufôret.
- Med hensyn til mineralbalansen i kua tyder mineralenes innbyrdes forhold i sinkufôret å være vel så påvirkende som mineralmengde.
- Økt forekomst av klinisk melkefeber kan på grunn av sin sammenheng til oppstalling og fôring av sinkua ses på som en indikator for økte besetningsutfordringer på jurhelse og fruktbarhet.
- Sinkua synes å være ei «glemt» ku, og en økt bevissthet og kunnskap om fôring og oppstalling av den vil bygge kua bedre opp mot den kommende laktasjon og gi bedre økonomi for bonden.



Figur 50: Vi kan konkludere med at det er et stort mineralsk samspill i jord og planter som påvirker helsen, fruktbarheten og velferden til Nellik og de andre norske melkekyrner, og at det er behov for mer forskning og økt fokus fra bønder og rådgivere på dette. Derfor må en ikke bare se på kua, men også tilbake til hele kjeden. Foto: Hilde M. Paulsen

6. Forslag til videre arbeid

Denne oppgaven har forsøkt å belyse et helhetlig bilde fra jord via fôr til helse, fruktbarhet og velferd hos kua med fokus på noen essensielle mineralers påvirkning. I arbeidet med denne oppgaven har det kommet frem flere problemstillinger som jeg ser som interessante å kunne fortsette å jobbe med.

Momenter som kom frem i teoridelen:

- Innhold av fosfor og vitamin D sin betydning for melkefeber
- Variasjon i forekomst av subklinisk melkefeber basert på ulikt sinkufôr
- Laktasjonsvariasjoner, med tanke på at mange kyr er unge og om disse også blir påvirket av en feil mineralbalanse i like stor grad som eldre kyr
- Innvirkning på mineralbalanse i grovfôr ut i fra bufferkapasitet i jord.

Momenter som kom frem under eget forsøk:

- Konkretisering av forholdene mellom mineralene i grovfôret, - Na/K, Mg/K, Cl/K og K/Ca + Mg med tanke på innvirkning på mineralbalansen i kua sett opp mot graden av melkefeber. K/Ca + Mg har allerede et grensetall på 2,2 i forbindelse med graskrampe, og her ville det vært interessant å finne et grensetall sett i sammenheng med melkefeber og konsekvenser, med bakgrunn i det Blood & Radostits skrev at magnesiuminnholdet i blod stiger normalt sett rundt kalving men forblir lavt ved mangel.
- Graden av dødelighet ved melkefeber i ulike besetninger, jeg har et inntrykk etter å ha studert 14 besetninger er at det er en variasjon her. Gir de forskjellige årsakene til melkefeber en variasjon i dødelighet og kan dette gjenspeile flere konsekvenser hos de overlevende kyr og/eller på besetningsnivå.
- Utrekning av melketap i forbindelse med beregning av fruktbarhetsøkonomien. Det ville gjort det relevant å se på forskjellen i melketapkostnaden (Vedlegg 1) opp mot melkefeberfrekvens i ulike besetninger. I tillegg ville dette gjort beregningen mer korrekt med hensyn til sammenhengen mellom KSI og melketap.

- I avsnitt 3.2.3 ser vi en sammenheng mellom mineralbalansen før kalving og første brunst. Lav magnesium og høy kalium i blod gir tidligere første brunst. Hva har dette av betydning for fruktbarhetsresultatet?

Alle disse variablene må ses i et perspektiv med et mål om at det vil gi forbedret helse, fruktbarhet og velferd hos kua og også lønne seg for bonden.

7. Litteraturliste

Aasen, Ivar. (1997). *Mangelsjukdommer og andre ernæringsforstyrrelser hos kulturplanter* (2. utgave). Ås: Landbruksforlaget.

Blod, D.C. & Radostits, O.M. (1989). *Veterinary Medicine* (7.utgave). London et al.: Bailliere Tindall

CDCB. (2018). *Resistance to Hypocalcemia (MFEV)*. Hentet fra https://www.uscdcb.com/wp-content/uploads/2018/03/CDCB-Reference-Sheet-MFEV-03_2018.pdf

Chamberlin W.G., Middleton J.R., Spain J.N., Johnson G.C., Ellersieck M.R &, Pithua P. (2013). *Subclinical hypocalcemia, plasma biochemical parameters, lipid metabolism, postpartum disease, and fertility in postparturient dairy cows*. Hentet fra <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/24054301>

Hampness, D. (2007). *Milk Fever (Hypocalcaemia) in Cows*. Hentet fra <http://agriculture.vic.gov.au/agriculture/pests-diseases-and-weeds/animal-diseases/beef-and-dairy-cows/milk-fever-hypocalcaemia-in-cows>

Eriksen, J.H. (2010, 8. november). *Reduser melkefeber med fôringa* [Blogginnlegg]. Hentet fra <https://kuforing.wordpress.com/2010/11/08/reduser-melkefeber-med-foringa/>

Ganong, W.F. (1981). *review of Medical Physiology* (10 utgave). California: LANGE Medical Publications

GENO. (2017). *Avlsarbeid*. Hentet fra <https://www.geno.no/Start/Avl/avlsteori/avlsarbeid/>

Gillund, P. (2015). *Bruk av semin er lønnsomt – kontroll med fruktbarhet og avlsplanlegging*. Hentet fra https://www.bondelaget.no/getfile.php/13687689-1423051203/MMA/Bilder%20fylker/Hedmark/Dokumenter/Storf%C3%A8_semin%20er%201%C3%B8nnsomt%20-%20Per%20Gillund%20Geno.pdf

Goff, J.P. (2011). *Impact of Milk Fever and Hypocalcemia on Reproductive Performance of the Dairy Cow*. Hentet fra <https://articles.extension.org/pages/26036/impact-of-milk-fever-and-hypocalcemia-on-reproductive-performance-of-the-dairy-cow>

Havrevoll, Ø. & Garmo, T.H. (2015). *Mineralforsyning hos kjøttfe*. TYRmagasinet 1-2015, 6-11

-
- Hove, K. & Moe, L. (1993). *Individuell profylakse ved melkefeber hos ku*. NVT. 105 (2)
- Krogh, Kenneth Mågård. (1985). *Klinisk opslagsbog i veterinær stordyrpraksis*. København: DSR Forlag. Side 346 – 354
- Krogstad, T. (s.a). *Kalium (K)* [Lysarkpresentasjon].
- McDonalds, P., Edwards, R. A., Greenhalgh, J. F. D., Morgan, C. A., Sinclair L. A. & Wilkinson R. G. (2011). *Animal Nutrition*. (7. utgave). Harlow: Prentice Hall
- Neves, R.C., Leno, B.M., Stokol, T., Overton, T.R. & McArt, J.A.A.A. (2017). *Risk factors associated with postpartum subclinical hypocalcemia in dairy cows*. Hentet fra <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/28318576>
- NLR Trøndelag. (s.a). *Unngå graskrampe og melkefeber i vår!* Hentet fra <https://trondelag.nlr.no/media/ring/1228/graskrampe.pdf>
- NIBIO. (s.a). *Kaliumkorreksjon til eng*. Hentet fra <https://www.nibio.no/tema/jord/gjodslingshandbok/korreksjonstabeller/kaliumkorreksjon-til-eng>
- Nesheim, L., Synnes, O.M., Steen, A. & Langerud, A. (2016). *Dietarey Cation-Anion Difference (DCAD) of Forage Species in Norway. Proceedings of the 25th NJF Congress. Riga, Latvia, 16th-18th of June, 332-337.*
- Nordbø, E.R. & Brauti, Ø. (2018). *Forekomst av sub-klinisk melkefeber hos Norsk Rødt Fe (NRF)*. (Mastergradsavhandling, NMBU). Hentet fra <https://docplayer.me/106186816-Forekomst-av-sub-klinisk-melkefeber-hos-norsk-rodt-fe-nrf-en-pilotstudie-ved-senter-for-husdyrforsok.html>
- Nortura. (2019). *Prisnotering livdyr av storfe*. Hentet 17.02.2019 fra https://medlem.nortura.no/storfe/livdyrformidling/priser_livdyr_storfe/
- Rasbech, N.O. (1983). *Husdyrenes reproduktion 2* (2. oplag). København: A/S Carl Fr. Mortensen. Side 308 - 316
- Rodríguez, E.M., Arís, A. & Bach, A. (2017). *Associations between subclinical hypocalcemia and postparturient diseases in dairy cows*. Hentet fra [https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302\(17\)30633-1/fulltext](https://www.journalofdairyscience.org/article/S0022-0302(17)30633-1/fulltext)

Rodríguez-Ortiz, M.E., Canalejo, A., Herencia, C., Martínez-Moreno, J.M, Peralta-Ramírez, A., Perez-Martinez, P., & Almaden, Y. (2014). *Magnesium modulates parathyroid hormone secretion and upregulates parathyroid receptor expression at moderately low calcium concentration*. Hentet fra

https://www.researchgate.net/publication/257532959_Magnesium_modulates_parathyroid_hormone_secretion_and_upregulates_parathyroid_receptor_expression_at_moderately_low_calcium_concentration

Skjægstad, E.M., Stevnebø, A., Sæther, A.L. & Hove, K. (2002). *Besetningsforskjeller som kan forklare ulike forekomst av melkefeber*. Hentet fra

<http://www.umb.no/statisk/husdyrforsoksmoter/2002/36.pdf>

Steen, A., Synnes, O.M, Nesheim, L. (2015). *Forebygging av mjølkefeber med grovfôr rikt på klor*. Buskap (2). Hentet fra <http://viewer.zmags.com/publication/ecbfda38#/ecbfda38/34>

Sundet, H. (2012). *Kalium*. Økologisk landbruk 2012(3), 34-35

Synnes, O.M. (2016/2018). *Gjødsling med klorid til eng for å endre mineralbalansen i fôret*.

Hentet fra <https://vest.nlr.no/fagartikler/gjoedsling-med-klorid-til-eng-for-aa-endre-mineralballansen-i-foret/>

Synnes O. M. & Harbro, O. (2000) *Mineral i grovfôr – faktorer som påvirker innhold*.

Husdyrforsøksmøte 2000. Hentet fra

<http://www.umb.no/statisk/husdyrforsoksmoter/2000/93.pdf>

Synnes, O.M. & Øpstad, S.L. (1995). *Innhaldet av mikro- og makronæringsstoff i gras, med utgangspunkt i dei tre nordlegaste Vestlandsfylka*. Faginfo, Planteforsk (6), 101-113.

Thisling-Hansen, T. Jørgensen R.J., Østergaard, S. (2002). *Milk Fever Control Principles: A Review*. Hentet fra <https://actavetscand.biomedcentral.com/articles/10.1186/1751-0147-43-1>

TINE. (2014). *Sinkufôring – grunnlaget for neste laktasjon*. Hentet fra

<https://medlem.tine.no/aktuelt/nyheter/fagnytt/attachment/352534?ts=14c126fbed9&download=true>

TINE. 2019. *Kukontrollen*. Hentet fra <https://medlem.tine.no>

Umaña Sedó, S., Rosa, D., Mattioli, G., Luzbel de la Sota, R. & Giuliadori, M.J. (2018). *Associations of subclinical hypocalcemia with fertility in a herd of grazing dairy cows*.

Hentet fra <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/30219426>

-
- Vetter, T. & Lohse, MJ. (2002). *Magnesium and the parathyroid*. *Curr Opin Nephrol Hypertens*. Hentet fra <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/12105390>
- Volden, H. (2010, 17. januar). *Kation-anion differansen i fôret. Virkning på syre-base forholdene i kroppen* [Blogginnlegg]. Hentet fra <https://kuforing.wordpress.com/2010/01/17/kation-anoin-differansen-i-foret-virkning-pa-syre-base-forholdene-i-kroppen/>
- Volden, H. (2009). *NorFôr Plan Mjølkeku*. Hentet fra <http://www.umb.no/statisk/husdyrforsoksmoter/2009/110.pdf>
- Ødegaard, A.F. (2000). *Kaliumgjødsling til eng – Jordas kaliumbidrag vurdert ut i fra jordanalyser og kaliumbalanser*. *Grønn Forskning*. 2000(2), 273-278.
- Østerås, O. (2013). *Fôrutnyttelse i mjølkeproduksjonen i relasjon til helse*. Hentet fra http://www.umb.no/statisk/husdyrforsoksmoter/2013/6_3.pdf
- Waage, S. (1993). *Melkefeber hos ku – forekomst og opptreden*. *NVT*. 105(2)
- Whist, C. (2015/2019). *Celletall og jurhelse i automatiske melkingssystemer (AMS)*. Hentet fra <http://www.kore.no/celletall-og-jurhelse-i-automatiske-melkingssystemer-ams/>
- Wilde, D. (2006). *Influence of macro and micro minerals in the peri-parturient period on fertility in dairy cattle*. Hentet fra <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16971071>
- Yara. (2018). *Gjødselhåndbok 2018/2019*. Hentet fra <https://www.yara.no/contentassets/d097eb3bfde8453ea1a8686a38e9d5ee/gjodselhandbok-2018.pdf/>

8. Vedlegg

8.1 Vedlegg 1

Skjerm bilde av utregning av fruktbarhetsøkonomi gjennom GENO Fruktbarhetsøkonomi

Under utregning i denne oppgaven ble en del faktorer standardisert, for å tydeliggjøre fruktbarhetsresultatene sin innvirkning på resultatet.

- Melketap ble satt til henholdsvis 5 og liter.
- Melkepris 5,35 ut i fra årsrapport TINE Kukontrollen.
- Förenhetspris til 3, estimert ut i fra kraftfôrpris og grovfôrpris.
- Pris drektig kvige til 25 000,-, pris kjøtt til 45,-, og verdi spekalv til 2500,- estimert ut i fra prisløypa til Nortura.
- Slaktevekt ku ble satt til 268 kg, ut i fra snittet på årsrapport TINE Kukontrollen.
- Pris inseminering til 590, ut i fra informasjon fra GENO.
- Ønsket kalvingsintervall til 365, alle besetningene ble spurt om de hadde et driftsopplegg med annen kalvingsintervall.

geno		Navn	Produsentnummer
		<input type="text"/>	<input type="text"/>
Fruktbarhetsstatus, økonomi			
Besetningsdata		RESULTAT FOR BESETNINGEN	
Ant kviger	<input type="text"/>	Ant. inseminerte dyr	<input type="text" value="0"/>
Ant. kyr lakt. nr 1	<input type="text"/>	Daglig melketap ved forlenget tomperiode, liter	<input type="text" value="0"/>
Ant. kyr lakt. >1	<input type="text"/>	Verdi, slakteku	<input type="text" value="0"/>
Melketap pr dag lakt. nr 1, liter	<input type="text"/>	Kostnad pr. rekruttert ku	<input type="text" value="0"/>
Melketap pr. dag lakt >1, liter	<input type="text"/>	Normale rekr. kostn. pr ku(Ref.FS-stat. 99)	<input type="text" value="0"/>
Melkepris	<input type="text"/>	Merkostn. på rekruttering	<input type="text" value="0"/>
Förenhetspris	<input type="text"/>	Forventet kalv. intervall	<input type="text" value="0"/>
Pris drektig kvige	<input type="text"/>	Ant. lakt. kuer	<input type="text" value="0"/>
Pris, kjøtt, slakteku, kr/kg	<input type="text"/>	Gevinst/Tap melkeinntekt pr dag pr. ku	<input type="text" value="0"/>
Slaktevekt, ku, kg	<input type="text"/>		
Verdi spekalv	<input type="text"/>	TOTALE GEVINST/TAP :	
Gjennomsnittspris pr. ins.	<input type="text"/>	Melkeinntekt	<input type="text" value="0"/>
Ønsket kalvingsintervall	<input type="text"/>	Spekalv	<input type="text" value="0"/>
Ant. ins. pr. påbegynt ku/kvige, besetning	<input type="text"/>	Inseminasjonskostnader	<input type="text" value="0"/>
Ant. ins. pr påbegynt ku/kvige, middeltall	<input type="text"/>	Rekrutteringskostnader	<input type="text" value="0"/>
KSI-antall dgr. fra kalving til siste ins. gj. snitt	<input type="text"/>	Sum	<input type="text" value="0"/>
Antall utsjaltinger p.g.a. dårlig fruktbarhet	<input type="text"/>	Gevinst/Tap pr ku/kvige	<input type="text" value="0"/>
KFI-intervall	I.o.% 60dgr. .	0-3 dgr. I.O.%	FS-tall
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

8.2 Vedlegg 2

Blodprøvekyr

Første ku i besetning 14 var ei 1. kalvsku, og det er ikke innhentet prestasjoner fra henne

Besetning	Prøvedato	K	Mg	Forhold K/Mg	Kalvingsdato	Avvik Cell	Avvik KFI	Første Brunst
1	15.10.2018	4,1	1	0,24	28.11.2019	-38	3	
	15.10.2018	4,2	0,9	0,21	23.10.2019	370	-10	53
	15.10.2018	4,2	0,9	0,21	30.10.2019	30	13	28
2	29.10.2018	4,3	1,1	0,26	28.11.2019	409		
	29.10.2018	4,3	1,1	0,26	29.10.2019	-29	-2	
	29.10.2018	4,3	1	0,23	20.11.2019	46	-27	
	29.10.2018	4,1	1,1	0,27	18.11.2019	-10		
	29.10.2018		1,4		10.11.2019	-39	-1	
	29.10.2018	4,1	1,1	0,27	11.11.2019	-29	-3	
3	07.10.2018	4,3	0,8	0,19	16.10.2019			
	17.11.2018	4,3	0,9	0,21	22.11.2019		-7	
	17.11.2018	4,7	0,9	0,19	27.11.2019			
4	03.10.2018	4,2	1	0,24	04.10.2019	81	20	47
	03.10.2018	3,9	0,9	0,23	07.10.2019	22		63
	03.10.2018	4,4	1	0,23	08.10.2019	177		
	03.10.2018	4,4	1	0,23	19.10.2019	93	-2	44
	03.10.2018	4,5	1	0,22	14.10.2019	-28		50
5	15.10.2018	3,6	1,1	0,31		-37		
	15.10.2018	4	1	0,25				
	15.10.2018	3,8	0,8	0,21		2		
	15.10.2018	4,8	0,8	0,17				
6	01.11.2018	4,1	0,7	0,17				
	01.11.2018	4,3	0,8	0,19				
	01.11.2018	3,8	0,7	0,18				
	01.11.2018	3,8	0,9	0,24				
7	24.08.2018		1		04.09.2019	239		
	24.08.2018		1,1		05.09.2019	8	-15	34
	24.08.2018		1,1		01.09.2019	-18	-7	53
	06.10.2018	3,5	1,1	0,31	17.10.2019			
	06.10.2018	4,1	1	0,24	11.10.2019	32		

8	11.11.2018	5,1	0,8	0,16	30.11.2019	210		32
	11.11.2018	4,9	0,9	0,18	04.12.2019	139	-13	28
	11.11.2018	4,7	0,9	0,19	05.12.2019	-5		
	11.11.2018	4,9	0,9	0,18	08.12.2019	203		33
9	10.10.2018	4,9	1	0,20	23.10.2019	2099	-41	29
	10.10.2018	4,8	0,8	0,17	22.10.2019	64		24
	10.10.2018	5	1	0,20	08.11.2019	-3	-26	23
	12.11.2018	4,2	0,9	0,21	20.11.2019	119	-28	41
	12.11.2018	4,4	1	0,23	18.11.2019	-18	-20	
	12.11.2018	4,1	1,2	0,29	15.11.2019	157		
10	08.10.2018	4,5	1	0,22	15.10.2019	34	4	
	27.10.2018	4,6	0,9	0,20	25.11.2019			
	27.10.2018	4,7	0,8	0,17	05.11.2019	-70		
	14.12.2018	4,4	0,9	0,20	22.12.2019			
	14.12.2018	4,6	0,7	0,15	16.12.2019		-21	
11	03.10.2018	3,9	0,8	0,21	18.10.2019		-33	37
	03.10.2018	4,8	0,9	0,19	10.10.2019	-49	-19	31
	03.10.2018	4,7	0,9	0,19	21.10.2019		15	22
	18.10.2018	5,3	0,8	0,15	31.10.2019	636	-16	23
	18.10.2018	5,5	0,9	0,16	27.10.2019	159	-7	33
	18.10.2018	5,1	0,9	0,18	13.11.2019	-54	-44	26
	18.11.2018	4,3	0,9	0,21	08.12.2019	46		35
12	19.10.2018	4,4	1	0,23	12.11.2019	928	22	93
	19.10.2018	4,6	1	0,22	23.10.2019	-95		67
	19.10.2018	4,2	1	0,24	10.11.2019	363	-19	39
	19.10.2018	4,3	1,1	0,26	04.11.2019	-46		
	19.10.2018	4,7	1	0,21	01.11.2019		24	52
	19.10.2018	4,3	1	0,23	27.10.2019	120	-17	54
	19.10.2018	4,4	1	0,23	26.10.2019	-76	20	91
	19.10.2018	4,5	1	0,22	02.11.2019	-105	-7	61
13	03.01.2019	4,1	0,9	0,22				
	03.01.2019	3,9	0,9	0,23				
14	18.10.2018	5,4	0,9	0,17				
	18.10.2018	5	1,1	0,22	23.10.2019	134		
	14.11.2018	5	0,9	0,18	26.11.2019	-45	4	
	14.11.2018	4,6	1	0,22	24.11.2019	-34	-12	
	14.12.2018	5	0,8	0,16	21.12.2019			
	43448	4,8	0,9	0,1875	24.12.2019			

8.3 Vedlegg 3

Grovfôranalyser

Besetning	Prøvedato	K	Mg	Na	Ca	Cl	S	KAB	Mg/K	K/Ca+Mg	Na/K	Cl/K	Merknad
1	15.10.2018	15,5	1,4	0,26	6,3	4	1,8	182	0,09	1,84	0,02	0,26	Sin - Brukt
	15.10.2018	31,2	1,7	0,34	4,5	9,4	2,5	391	0,05	4,36	0,01	0,30	Ku
2	29.10.2018	14,9	1,8	2,56	7	8,6	2,6	83	0,12	1,53	0,17	0,58	
3	17.11.2018	26	2,1	0,57	7	2,8	2,8	435	0,08	2,54	0,02	0,11	
4	03.10.2018	19,4	1,6	1,65	5,6	6,3	1,7	281	0,08	2,41	0,09	0,32	
5	15.10.2018	28,4	1,7	0,55	6,6	8,6	2,4	357	0,06	3,09	0,02	0,30	
6	01.11.2018	15	1,2	0,86	2,9	3,5	1,8	209	0,08	3,14	0,06	0,23	Sin
	01.11.2018	31	2,2	0,45	6,3	7,9	3,4	377	0,07	3,19	0,01	0,25	Beite - Brukt
7	24.08.2018	22,1	1,8	0,29	3,99	8,5	2,4	188	0,08	3,24	0,01	0,38	Silo - Brukt
	24.08.2018	30,6	1,25	0,11	2,38	9,6	2,4	367	0,04	7,03	0,00	0,31	Beite
8	11.11.2018	11,5	0,6	0,37	2	4,5	0,8	133	0,05	3,93	0,03	0,39	
10	27.10.2018	32,9	1,4	0,12	4	12,3	2,1	369	0,04	5,33	0,00	0,37	
	14.12.2018	18,9	1,2	1,28	3,4	4,9	2,5	243	0,06	3,59	0,07	0,26	
11	03.10.2018	30,6	1,6	0,34	4,2	11	2,1	356	0,05	4,57	0,01	0,36	
	18.10.2018	18,5	0,8	0,29	2,9	5,1	1,7	235	0,04	4,48	0,02	0,28	
12	19.10.2018	18,7	1,7	1,03	4,2	9,8	2	120	0,09	2,73	0,06	0,52	
13	03.01.2019	14,4	1,2	0,27	4,6	6,8	2,2	51	0,08	2,24	0,02	0,47	
14	18.10.2018	22,5	1,6	0,55	5	9,8	2,4	172	0,07	3,01	0,02	0,44	
	14.11.2018	20,1	1,9	0,36	5,1	8,9	2,6	116	0,09	2,49	0,02	0,44	
	14.12.2018	21,6	1,9	0,42	7,1	9,7	2,9	116	0,09	2,16	0,02	0,45	

8.4 Vedlegg 4

Besetningsresultater

Besetning nr. 6 var det ikke registeret melkefeber, og dermed utelatt. Besetning nr. 15 var besetningen som var nevnt i forordet, og resultatene fra siste sesong før nye tiltak er tatt med.

Besetningsinformasjon				
Besetning	Årskyr	Eldre kalv	Melkefeber	Frekvens
1	56,6	29	2	0,07
2	31,2	10	1	0,10
3	19,7	12	3	0,25
4	97,3	39	7	0,18
5	29,3	15	3	0,20
6			0	
7	14,2	7	2	0,29
8	53,9	23	4	0,17
9	37,9	18	2	0,11
10	21,3	12	2	0,17
11	51,1	20	4	0,20
12	65,2	29	4	0,14
13	24	10	1	0,10
14	28,3	16	2	0,13
15	17,2	11	2	0,18

Jurhelse				
Besetning	Cellletall lakt >1	Inf. Nivå	Mast.Frk	
1	111		13	0,267
2	96		17	0,512
3	210		31	0,354
4	227		19	0,041
5	179		24	0,068
6				
7	234		30	1,128
8	166		20	0,019
9	146		20	0,237
10	202		23	0,562
11	204			0,137
12	225		22	0,46
13	79		14	0,208
14	76		18	0,338
15	195		39	0,291

Fruktbarhet			
Besetning	KFI	KSI	Dager mellom
1	64	88	24
2	58	99	40
3	93	152	59
4	74	90	16
5	70	111	41
6	58	90	32
7	87	111	24
8	89	99	10
9	69	86	17
10	67	113	46
11	77	86	8
12	69	88	19
13	75	107	32
14	63	120	57
15	70	93	22

Økonomi				
Besetning	Mastkost	Celletall tap	Frukt	Mastkostnad
1	935	0	-411	52938
2	1320	10	-3062	41178
3	1553	117	-2507	30586
4	1505	82	12	146404
5	679	61	-2264	19895
6				82360
7	2656	49	-3091	37714
8	387	24	-705	20885
9	1195	45	-996	45305
10	1274	9	-1201	27144
11	622	68	-922	31772
12	1399	35	-70	91224
13	443	0	-1817	10639
14	981	14	-2241	27765
15	1348	116	-1719	23182